

**MNPEF**  
Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física

  
**UFCAT**

  
**SBF**  
SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CATALÃO (UFCAT)  
INSTITUTO DE FÍSICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA EM REDE**

**CRISTIANO BARRETO DE OLIVEIRA**

**OS EXPERIMENTOS COMO ESTRATÉGIA LÚDICA PARA O ENSINO DA FÍSICA**

**Catalão - GO  
2024**



# UNIVERSIDADE FEDERAL DE CATALÃO

## INSTITUTO DE FÍSICA

Av. Dr. Lamartine Pinto de Avelar, número 1120, - Bairro Setor Universitário, Catalão/GO, CEP 75704-020  
Telefone: - - <https://www.ufcat.edu.br>

### TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO (TECA)

#### TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO (TECA) PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES E DISSERTAÇÕES NA BIBLIOTECA DIGITAL DE TESES E DISSERTAÇÕES DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE CATALÃO (UFCA)

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Catalão (UFCA) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFCA), sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei 9.610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

O conteúdo das Teses e Dissertações disponibilizado na BDTD/UFCA é de responsabilidade exclusiva do autor. Ao encaminhar o produto final, o autor(a) e o(a) orientador(a) firmam o compromisso de que o trabalho não contém nenhuma violação de quaisquer direitos autorais ou outro direito de terceiros.

#### 1. Identificação do material bibliográfico

Dissertação ou Tese?

Dissertação

#### 2. Nome completo do autor

Nome: CRISTIANO BARRETO DE OLIVEIRA

#### 3. Título do trabalho

Título: OS EXPERIMENTOS COMO ESTRATÉGIA LÚDICA PARA O ENSINO DA FÍSICA

Informações de acesso ao documento (este campo deve ser preenchido pelo orientador)

Concorda com a liberação total do documento: [ X ] SIM [ ] NÃO<sup>1</sup>

[1] Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa.

Após esse período, a possível disponibilização ocorrerá apenas mediante:

- a) consulta ao(à) autor(a) e ao(à) orientador(a);
- b) novo Termo de Ciência e de Autorização (TECA) assinado e inserido no arquivo da tese ou dissertação.

O documento não será disponibilizado durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

Obs. Este termo deverá ser assinado no SEI pelo orientador e pelo autor



Documento assinado eletronicamente por **JULIO SANTIAGO ESPINOZA ORTIZ, Professor(a) do Magistério Superior**, em 05/03/2024, às 16:37, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Cristiano Barreto de Oliveira, Usuário Externo**, em 02/07/2024, às 11:27, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.ufcat.edu.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ufcat.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **0042660** e o código CRC **8A98F79E**.

**CRISTIANO BARRETO DE OLIVEIRA**

**OS EXPERIMENTOS COMO ESTRATÉGIA LÚDICA PARA O ENSINO DA  
FÍSICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física em Rede, do Instituto de Física, da Universidade Federal de Catalão (UFCAT), como requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. .

Área de concentração: Ensino de Física  
Macroprojeto: Novas práticas e estratégias pedagógicas para o ensino de Física  
Linha de pesquisa: Comunicação, ensino e aprendizagem de Física.

Orientador: Dr. Júlio Santiago E. Ortiz

**Catalão - GO**

**2024**

**Ficha de identificação da obra feita pela bibliotecária-documentalista  
Anna Karollina Santos / CRB-1 3545**

048e Oliveira, Cristiano Barreto de.  
Os experimentos como estratégia lúdica para o ensino da Física [manuscrito] / Cristiano Barreto de Oliveira. – 2024.  
120 f.

Orientador: Prof. Dr. Julio Santiago Espinoza Ortiz.  
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Catalão,  
Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física em Rede, Catalão, 2024.

1. Aula expositiva dialogada. 2. Criação de jogos. 3. Ensino de Física. I. Ortiz, Julio Santiago Espinoza, orient. II. Título.

CDU: 53:37



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
UNIDADE ACADÊMICA ESPECIAL DE FÍSICA  
**ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO**

Ata nº 07 da sessão de Defesa de Dissertação de CRISTIANO BARRETO DE OLIVEIRA, que confere o título de Mestre em Ensino de Física, na área de concentração Física na Educação Básica.

Aos dezesseis dias do mês de agosto de dois mil e vinte dois, a partir das 10:00 horas na Sala 267 - Bloco M, realizou-se a sessão pública de Defesa de Dissertação intitulada “**OS EXPERIMENTOS COMO ESTRATÉGIA LÚDICA PARA O ENSINO DA FÍSICA**” nas dependências da Universidade Federal de Catalão, onde os programas de pós-graduação stricto sensu em funcionamento encontram-se provisoriamente vinculados à Universidade Federal de Goiás, em virtude de procedimentos técnicos relacionados à CAPES, já sendo realizada a transferência da Biblioteca Digital de Dissertações e Teses(BDTD). Assim, justifica-se os nomes das instituições neste documento, uma no cabeçalho(UFG), outra no corpo do texto(UFCAT). Os trabalhos foram instalados pelo Orientador, Professor Doutor **Julio Santiago Espinoza Ortiz (PPGEF/UFCAT)** com a participação dos demais membros da Banca Examinadora: **Professor Doutor André Maurício Brinatti (UEPG/SEXATAS)**, membro titular externo; **Professor Doutor Marcionilio Teles de Oliveira Silva (PPGEF/UFCAT)**, membro titular interno. A Banca Examinadora reuniu-se em sessão secreta a fim de concluir o julgamento da Dissertação, tendo sido o candidato ( **x** ) **Aprovado** ( ) **Reprovado** pelos seus membros. Proclamados os resultados pelo Professor Doutor **Julio Santiago Espinoza Ortiz**, Presidente da Banca Examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, lavrou-se a presente ata que é assinada pelos Membros da Banca Examinadora, aos dezesseis dias do mês de agosto de dois mil e vinte dois.

TÍTULO SUGERIDO PELA BANCA



Documento assinado eletronicamente por **Julio Santiago Espinoza Ortiz, Professor do Magistério Superior**, em 26/01/2023, às 16:00, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **André Maurício Brinatti, Usuário Externo**, em 09/02/2023, às 08:42, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Marcionilio Teles De Oliveira Silva, Professor do Magistério Superior**, em 09/02/2023, às 11:16, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.ufg.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **3240390** e o código CRC **C3E6D2E7**.

---

**Referência:**

SEI nº 3240390

Processo nº 23070.046464/2022-58

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, primeiramente, por ter me capacitado em todos os momentos e por manter a minha fé inabalável durante toda a caminhada. Creio que, sem a sua compaixão e a sua misericórdia, eu não teria conseguido chegar até aqui. Meu porto seguro.

Agradeço ao meu orientador, professor Dr. Júlio Santiago E. Ortiz, de forma carinhosa e muito especial, por sempre me transmitir muita tranquilidade, segurança, conhecimento, respeito e, acima de tudo, empatia. Obrigado pela confiança, colaboração e ajuda.

Agradeço a minha esposa Elayne Di Silva e meu filho Daniel Barreto de Oliveira Silva por, nos momentos de minha ausência, dedicados aos estudos, sempre me fazer compreender que o futuro é feito a partir da persistência e da constante dedicação. Apesar de difícil, valeu a pena toda a distância e renúncia, pois é possível ver o resultado do nosso esforço: a concretização de um sonho. Obrigado por tudo, principalmente por ser uma companheira que sempre me incentiva a alcançar novos sonhos.

Agradeço aos meus pais José Rui de Oliveira e Maria de Lourdes Barreto de Oliveira, *in memoriam* e aos meus irmãos Marlon Barreto de Oliveira, Ruy Macedo Neto, Marco Aurelio Barreto de Oliveira, *in memoriam* e Marcelo Barreto de Oliveira, pelo apoio e incentivo nas horas difíceis, os quais não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida.

Agradeço aos meus irmãos em Cristo pelas orações, pelo apoio, pelo carinho e pela atenção.

Agradeço aos meus queridos alunos da 2ª série do ensino médio, turmas do turno vespertino, do Colégio Estadual Dom Pedro I, por terem participado, colaborado, cooperado e tornado possível a realização desta pesquisa. Sem essa parceria, nada disso seria possível.

Agradeço aos professores Dr. Marcionílio T. O. Silva e Dr. André Maurício Brinatti pelas importantes contribuições feitas ao meu trabalho na etapa de qualificação do projeto e, em especial, aos professores Dr.<sup>a</sup> Ana Rita, *in memoriam* e Dr. Mauro A. André ata pelos comentários feitos no momento da pré-defesa, pois eles foram extremamente relevantes para enriquecer o trabalho, que desempenharam não só a função de avaliadores, mas também a de mestre, que

encoraja o seu aluno a prosseguir pesquisando, investigando e produzindo novos conhecimentos.

Agradeço aos amigos que ganhei de presente do MNPEF, Jean Flavio Araújo Barbosa, Kelvin Fernandes da Fonseca Junior, Rafael Afonso de Oliveira e Eduardo Honorato, que durante dois anos fizeram de nossas idas à Catalão momentos inesquecíveis. Gratidão.

Agradeço a todos os colegas da turma MNPEF 2018 pela troca de experiências, pela parceria, pelo conhecimento, por todo apoio e dedicação.

Agradeço a todos os professores do MNPEF pelos ensinamentos, pois demonstraram bastante conhecimento durante as aulas, mas, além disso, pelas demonstrações de carinho e atenção.

Agradeço ao Mestrado Profissional em Ensino de Física em Rede Nacional (MNPEF), à Universidade de Catalão (UFCAT) e ao Instituto de Física pela formação acadêmica e pela oportunidade de realização deste trabalho.

Agradeço à Capes pelo financiamento desta pesquisa, pois o presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (Capes) - Código de Financiamento 001.

Agradeço a todos os colegas do Colégio Estadual Dom Pedro I, parceiros e amigos de profissão, por todo suporte necessário e pelo auxílio dado na realização dos projetos desenvolvidos nesta escola, assim como pelo fato de sempre acreditarem no meu trabalho, investindo tempo e muita dedicação para que todos os objetivos propostos fossem alcançados.

Agradeço ao Colégio Estadual Dom Pedro I, especialmente, ao diretor Geraldo Márcio da Silva e a coordenadora Larissa Rodrigues de Oliveira, que prestaram todo o apoio e suporte necessários para que a pesquisa fosse realizada.

Agradeço a todos que, de alguma forma, contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização desse sonho. Gratidão!

## Relato do Mestrando - Turma 2018

Instituição: Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão (UFCAT)
Mestrando: Cristiano Barreto de Oliveira
Título do TCM: Os experimentos como estratégia lúdica para o ensino da física
Data da defesa: 26/08/2022
<p>Sou professor da educação básica de ensino desde 2010. Sou graduado pela Universidade Alfredo Nasser (UNIFAN), no curso de Matemática - Licenciatura, localizado na cidade de Aparecida de Goiânia, no estado de Goiás. Nessa instituição de ensino, eu tive a chance e o privilégio de colocar em prática, diariamente, um dos fatores que promovem em mim grande motivação: o ato de aprender. Quando terminei a graduação, fiz uma especialização em Docência Universitária pela Universidade Estadual de Goiás (UEG). De 2010 até hoje, lecionei no ensino fundamental e médio em escolas municipais, estaduais e particulares, como contrato temporário e como funcionário CLT. Nesse período, sou muito feliz e realizado como professor de Matemática e Física dessas unidades escolares, pois, ainda hoje, tenho contato com os ex-alunos das escolas, os quais sempre dão um <i>feedback</i> positivo com relação ao trabalho que foi desenvolvido. Atualmente, alguns desses alunos estão formados e desenvolvendo ótimos trabalhos em suas respectivas áreas, o que me deixa muito honrado e grato por tudo, pois ouço constantemente falas como a seguinte: “sua dedicação e engajamento, com a realização das atividades propostas dentro da escola, despertaram em mim uma nova visão sobre o ensino, contribuindo para a minha formação intelectual e tornando-me apto para a vida em cidadania”. Embora ser professor no Brasil não seja uma tarefa fácil, os frutos desta profissão vêm me motivando a ser alguém melhor a cada dia, pois é muito gratificante saber que você contribuiu direta ou indiretamente para mudar a vida de alguém. Ainda durante esse período, resolvi dedicar-me ao trabalho e a estudar para concursos públicos na área da educação. Em 2018, fiquei sabendo que haveria uma seleção para o Mestrado Profissional em Ensino de Física em Rede Nacional (MNPEF) e que a prova seria aplicada na Universidade Federal de Goiás, regional Catalão (UFCAT), mesmo local dos encontros semanais para as aulas do mestrado, então, fiz a seleção e fui aprovado em sexto lugar. Foram várias conquistas profissionais e mais uma estava se</p>

tornando possível graças ao MNPEF, pois encontrei no programa uma oportunidade única para a realização desse tão esperado sonho. Após esse momento, as aulas começaram, e foi iniciada uma árdua e desafiadora caminhada. visto que não é nada fácil conciliar o trabalho, principalmente na docência, com os estudos. Por várias vezes, senti-me aflito, inseguro, ansioso e bastante preocupado com as demandas do mestrado, tais como: escrita do Trabalho de Conclusão do Mestrado (TCM), atividades dos tópicos e, ainda, estudos para as provas de qualificações. Com tantas demandas, surge mais um desafio a ser superado: em janeiro de 2020, minha mãe foi diagnosticada com câncer no pulmão, dando-se início, assim, a mais uma etapa da minha vida. Foram dias e momentos muito difíceis, mas muitas pessoas ajudaram-me a enfrentar e a superar mais esse obstáculo. Graças à fé que tenho no nosso senhor Jesus Cristo e à ajuda de cada um, encorajando-me a ter forças para fazer o que era necessário, foi possível receber o tão sonhado título de mestre. A conclusão deste mestrado foi uma grande conquista profissional, uma vez que ele possibilitou a construção, a desconstrução e a reconstrução de novos saberes; além disso, levou-me a refletir sobre as minhas práticas pedagógicas e a enxergar novas possibilidades na construção do conhecimento.

# **OS EXPERIMENTOS COMO ESTRATÉGIA LÚDICA PARA O ENSINO DA FÍSICA**

**Cristiano Barreto de Oliveira**

**Júlio Santiago E. Ortiz**

**Mestrado Profissional em Ensino de Física - MNPEF**

**Defesa: 26/08/2022**

## **RESUMO**

O ensino de Ciências na educação básica brasileira tem ocorrido com predomínio de teóricas aulas expositivas, entretanto, muitas críticas têm sido feitas a tal conjuntura devido à carência de atividades práticas e às características deste método de ensino, que estimula a passividade dos alunos e a memorização dos conceitos sem a necessária reflexão crítica, dificultando a motivação e a alfabetização científica. No ensino de Física, a motivação para o saber se relaciona à observação, à investigação e à capacidade de refletir criticamente acerca dos aspectos da natureza. Logo, é importante repensar a forma de ensinar, adotando métodos de ensino-aprendizagem que estimulem o desenvolvimento do senso crítico e do espírito investigativo. Para mudar esta realidade, acreditamos que a adoção de métodos ativos, tais como a criação de jogos, associada ao Ensino por Investigação, pode ser um diferencial que estimule a motivação para o aprender, a percepção da aprendizagem, a proatividade e o trabalho colaborativo dos alunos. Nesse sentido, esta pesquisa objetivou aplicar o jogo no ensino de Física e comparar a motivação e a percepção da aprendizagem de alunos do ensino médio, após abordagem de temas relacionados a estatística, por meio dos métodos da Aula Expositiva Dialogada (AED) e criação de jogos. Os dados foram coletados a partir das respostas aos questionários anônimos respondidos por 80 estudantes da 3ª série do ensino médio do Colégio Estadual Dom Pedro I, situado na cidade de Aparecida de Goiânia, no estado de Goiás, e foram comparados por meio do teste Exato de Fischer (95% IC). Com relação à motivação, infere-se que a inserção do jogo impactou o ponto de vista dos alunos sobre a importância do diálogo para o processo de aprendizagem; nas demais variáveis, não identificamos diferenças significativas. Sobre a percepção de aprendizagem, não verificamos diferenças entre os métodos aplicados. Desse

modo, foi possível concluir que tanto o método AED quanto o método dos jogos contribuíram para a percepção dos alunos quanto à compreensão dos conteúdos abordados e que a motivação foi positivamente impactada após a utilização do método da criação dos jogos.

**Palavras-chave:** Aula expositiva dialogada. Criação de jogos. Ensino de Física. Motivação. Percepção da aprendizagem.

# **EXPERIMENTS AS A PLAYFUL STRATEGY FOR TEACHING PHYSICS**

**Cristiano Barreto de Oliveira**

**Júlio Santiago E. Ortiz**

**Professional Master's Degree in Physics Teaching - MNPEF**

**Defesa: 22/07/2022**

## **ABSTRACT**

Science teaching in Brazilian basic education has taken place with a predominance of theoretical lectures, however, many criticisms have been made of this situation due to the lack of practical activities and the characteristics of this teaching method, which encourages students' passivity and memorization concepts without the necessary critical reflection, hindering motivation and scientific literacy. In Physics teaching, the motivation for knowledge is related to observation, investigation and the ability to critically reflect on aspects of nature. Therefore, it is important to rethink the way of teaching, adopting teaching-learning methods that encourage the development of a critical sense and an investigative spirit. To change this reality, we believe that the adoption of active methods, such as the creation of games, associated with Teaching by Investigation, can be a differential that stimulates the motivation to learn, the perception of learning, the proactivity and the collaborative work of the students. In this sense, this research aimed to apply the game in Physics teaching and compare the motivation and perception of high school students' learning, after approaching topics related to statistics, through the methods of Dialoged Expository Class (AED) and creation of games. Data were collected from responses to anonymous questionnaires answered by 80 students in the 3rd year of high school at Colégio Estadual Dom Pedro I, located in the city of Aparecida de Goiânia, in the state of Goiás, and were compared using the Exact Fischer (95% CI). With regard to motivation, it is inferred that the insertion of the game impacted the students' point of view on the importance of dialogue for the learning process; in the other variables, we did not identify significant differences. Regarding the perception of learning, we did not verify differences between the applied methods. Thus, it was possible to conclude that both the AED method and the game method contributed to the students' perception regarding the understanding of the contents addressed and that motivation was positively impacted after using the game creation method.

**Keywords:** Dialogued expository class. Game creation. Physics Teaching. Motivation. Perception of learning.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1 -</b>	Fluxograma das características negativas do ensino tradicional	18
<b>Figura 2 -</b>	Mesa do jogo 1	60
<b>Figura 3 -</b>	Passeio com repouso	67
<b>Figura 4 -</b>	Trilha	69
<b>Figura 5 -</b>	Carta	70
<b>Figura 6 -</b>	Trilha	72
<b>Figura 7 -</b>	Alunos jogando Trilha	73
<b>Figura 8 -</b>	Nuvem de palavras sobre aspectos positivos do método da AED na opinião dos estudantes	90
<b>Figura 9 -</b>	Nuvem de palavras sobre aspectos negativos do método da AED na opinião dos estudantes	91
<b>Figura 10 -</b>	Nuvem de palavras sobre aspectos positivos do J na opinião dos estudantes	92
<b>Figura 11 -</b>	Nuvem de palavras sobre aspectos negativos do J na opinião estudantes	93

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1 -</b>	Medidas e gráfico e das distâncias dos sopros	73
<b>Tabela 2 -</b>	Motivação da aprendizagem dos estudantes da 3ª série do ensino médio após utilização dos métodos da aula expositiva dialogada e o uso dos Jogos para o ensino	78
<b>Tabela 3 -</b>	Percepção da aprendizagem dos estudantes da 3ª série do ensino médio após a utilização dos métodos da aula expositiva dialogada e o uso dos Jogos para o ensino	83
<b>Tabela 4 -</b>	Percepções e atitudes dos estudantes com relação aos métodos da aula expositiva dialogada e o uso dos Jogos para o ensino	87

## QUADRO

<b>Quadro 1 -</b>	Vantagens e desvantagens do uso do jogo educativo em sala de aula	28
-------------------	---	----

## GRÁFICOS

<b>Gráfico da</b>	Gráfico da distância dos sopros	
<b>Tabela 1 -</b>		74
<b>Gráfico da</b>	Taxas de respostas dos estudantes sobre a leitura do material	
<b>Tabela 4 -</b>	feita anteriormente à aula ministrada com o método da utilização de jogos para o ensino	88

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

<b>AC</b>	Alfabetização científica
<b>AED</b>	Aula expositiva dialogada
<b>BNCC</b>	Base Nacional Comum Curricular
<b>GO</b>	Goiás
<b>JeF</b>	Jogo em Ensino de Física
<b>MAEA</b>	Método ativo de ensino e aprendizagem
<b>MNPEF</b>	Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física
<b>TCM</b>	Trabalho de Conclusão do Mestrado
<b>UFG</b>	Universidade Federal de Goiás
<b>UFCAT</b>	Universidade Federal de Catalão
<b>ZDP</b>	Zona de desenvolvimento proximal

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>17</b>
1. 1. Reflexões sobre o panorama atual do ensino de Ciências na educação básica brasileira	17
1. 2. Ensino por investigação e alfabetização científica	20
1. 3. Métodos ativos de ensino e aprendizagem	22
1. 4. Competência pedagógica do uso dos jogos no ensino de física	23
1. 5. Definição dos jogos e aplicação no ensino de física	31
1. 6. Motivação e percepção da aprendizagem	31
1. 7. Avaliação da aprendizagem no ensino	34
<b>2. OBJETIVOS</b>	<b>35</b>
2. 1. Objetivo geral	35
2. 2. Objetivos específicos	35
<b>3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>36</b>
<b>4. DESCRIÇÃO DA METODOLOGIA E APLICAÇÃO DO PRODUTO</b>	<b>49</b>
4. 1. A criação do jogo	50
4. 2. Metodologia	53
4. 3. Elaboração do guia didático sobre a criação e utilização dos jogos como experimento no ensino de física	54
4. 4. Guia didático	55
Aula 1: Introdução à importância de utilizar jogo no processo de ensino aprendizagem	55
Aula 2: Construção do primeiro jogo	59
Aula 3: Criação das regras do primeiro jogo	60
Aula 4: Apresentação das regras e a execução do primeiro jogo	61
Aula 5: Explicação dos conteúdos após a execução do jogo	66
Aula 6: Construção do segundo jogo	68
Aula 7: Regras, execução do segundo jogo e questionário	71
<b>5. COMPARAÇÃO DA MOTIVAÇÃO E DA PERCEPÇÃO DA APRENDIZAGEM APÓS A ABORDAGEM DE TEMAS REFERENTES À FÍSICA ESTATÍSTICA POR MEIO DOS MÉTODOS DA AULA EXPOSITIVA DIALOGADA E DA UTILIZAÇÃO DE JOGOS</b>	<b>74</b>

<b>5. 1. Primeiro momento - Aula expositiva dialogada (AED)</b>	<b>76</b>
<b>5. 2. Plickers - Ferramenta utilizada para cadastrar as questões utilizadas e para avaliar o desempenho dos estudantes nas etapas do método ativo</b>	<b>76</b>
<b>6. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>77</b>
<b>6. 1. Comparação da motivação da aprendizagem</b>	<b>77</b>
<b>6. 2. Comparação da percepção da aprendizagem</b>	<b>83</b>
<b>6. 3. Percepções e atitudes dos estudantes com relação aos métodos da aula expositiva dialogada e da utilização de jogos para o ensino</b>	<b>86</b>
<b>6. 4. Nuvens de palavras relacionadas aos aspectos positivos e negativos, na opinião dos estudantes, sobre os métodos da aula expositiva dialogada e da utilização de jogos para o ensino</b>	<b>89</b>
<b>7. CONCLUSÃO</b>	<b>94</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>96</b>
<b>ANEXO 1 - Plickers Card usado pelos estudantes na aula com IpP</b>	<b>107</b>
<b>APÊNDICE A - Questionário de avaliação do método de ensino quanto a motivação e percepção da aprendizagem</b>	<b>108</b>
<b>APÊNDICE B - Material, sobre Estados de energia, temperatura, pressão, trabalho, calor, equilíbrio termodinâmico indicado aos estudantes para a leitura prévia</b>	<b>111</b>

## 1. INTRODUÇÃO

### 1. 1. Reflexões sobre o panorama atual do ensino de Ciências na educação básica brasileira

No Brasil, o ensino de Ciências, na educação básica, ocorre predominantemente por meio do método da aula expositiva (ARAÚJO; SILVA; TERÁN, 2011; BALBINOT, 2005; KRASILCHIK; ARAÚJO, 2010), por meio do qual os professores assumem a característica de detentores de um conjunto de saberes que deve ser compartilhado oralmente com seus alunos em aulas preparadas para acontecer no formato de palestras (NICOLA; PANIZ, 2016). O aprendizado de Ciências, por sua vez, depende de atividades que extrapolam a participação dos alunos em aulas expositivas (ROCHA; DRAGAN, 2016).

De acordo com Libâneo (1990), o saber científico ocorre a partir da compreensão da natureza, do ambiente, das relações do homem com o meio físico e ambiental, das relações entre os fatos e os fenômenos e da apropriação dos métodos científicos. Além disso, o autor ressalta que o apreender científico também deve estar voltado para:

o conhecimento e a reflexão sobre o uso social das tecnologias tendo em vista o aproveitamento racional dos recursos ambientais; a formação dos estudantes para a preservação da vida e do ambiente; a aquisição de conhecimentos, habilidades e hábitos relacionados com a saúde e com a qualidade de vida; a superação de credices, superstições e preconceitos (LIBÂNEO, 1990, p. 46).

Muitos estudos têm apontado vantagens e desvantagens em relação ao método expositivo. Segundo Pereira *et al.* (2013), a abordagem expositiva pode ser positiva na introdução dos conceitos necessários para a compreensão dos saberes.

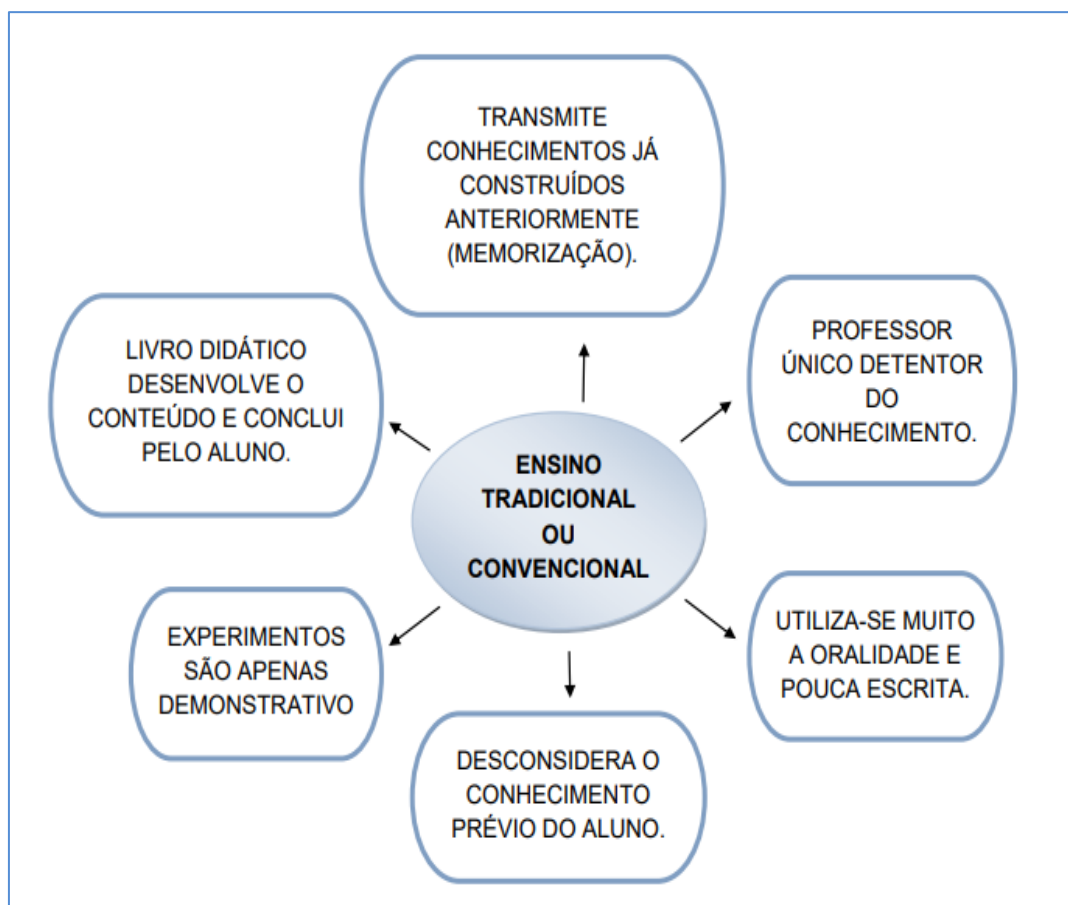
Krasilchik (2004) descreve que a exposição verbal dos conteúdos pode ser uma boa estratégia para expor ideias e evidenciar, de maneira organizada, os principais pontos sobre um assunto abordado. Entretanto, Sousa (2019) ressalta que o ensino não deve ser unilateral e que o diálogo entre os professores e os alunos deve ser considerado, inserindo, no contexto da aula expositiva, momentos nos quais ocorra a participação dos alunos.

Para Krasilchik (2004, p.79), a aula expositiva “é um processo econômico, pois permite a um só professor atender a um grande número de alunos, conferindo-lhe, ao mesmo tempo, grande segurança e garantindo o domínio da classe, que é mantida apática e sem oportunidade de se manifestar”.

De acordo com o entendimento de Castro e Goldschmidt (2016), o método da aula expositiva tem, como desvantagens, os desestímulos ao diálogo, aos questionamentos, às indagações, às reflexões e à manifestação de ideias por parte dos alunos. Os autores também ressaltam que, ao expor o conteúdo, muitos docentes creem que o diálogo com os alunos atrapalha a abordagem expositiva e prejudica o controle do tempo de aula.

Da mesma maneira, Pizzi (2013) aponta, além das já citadas, outras características negativas associadas ao ensino tradicional, ilustradas na Figura 1, e ressalta que o método tradicional não motiva adequadamente o estudante para que ele aprenda a aprender mesmo na ausência do professor.

**Figura 1** - Fluxograma das características negativas do ensino tradicional



Fonte: PIZZI (2013).

Apesar dos questionamentos e das reflexões acerca da eficácia das aulas expositivas como estratégias no ensino de Ciências, muitos professores têm se mostrado resistentes a adotar métodos alternativos a este, visto que a aula expositiva ainda é a mais adotada pelos educadores em muitos países, entre eles o Brasil (LEÃO; RANDI, 2017).

Santos *et al.* (2020) discutem que a manutenção desse cenário se deve a vários fatores, tais como: a formação pedagógica deficitária, o volume excessivo de trabalho dos professores, a infraestrutura das instituições de ensino cujo modelo adotado de salas de aulas privilegia o método da aula expositiva em detrimento de outros, a ausência de laboratórios de ensino, entre outros.

Rocha e Dragan (2016) defendem estratégias que combinam aulas expositivas com outros métodos no ensino de Ciências. Para as autoras, além dos métodos ativos, momentos de ludicidade podem ser importantes e impactam positivamente na interação professor-estudante e estudante-estudante, além de que aumentam a responsabilidade do estudante com a própria aprendizagem.

O panorama atual tem colocado em debate a eficácia do modelo educacional vigente, que tem se mostrado incapaz de promover, com sucesso, a alfabetização científica (MÖRSCHBÄCHER, 2017), e, por esse motivo, Morán (2017) sugere que os currículos modernos ressignifiquem as dinâmicas de ensino, privilegiando estratégias que incentivem, o desenvolvimento de habilidades e competências ligadas ao conhecimento científico (SASSERON, 2008; ALMEIDA; SASSERON, 2013).

Nesse sentido, Freire (2019, p. 83) ressalta que:

Com a curiosidade domesticada é possível alcançar a memorização mecânica do perfil deste ou daquele objeto, mas não o aprendizado real ou o conhecimento cabal do objeto. A construção ou a produção do conhecimento do objeto implica o exercício da curiosidade, sua capacidade crítica de “tomar distância” do objeto, de observá-lo, de delimitá-lo, de cindi-lo, de “cercar” o objeto ou fazer sua aproximação metódica, sua capacidade de comparar, de perguntar.

No Brasil, o documento norteador das atividades de ensino na educação básica é a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), na qual constam os conhecimentos, as competências e as habilidades que precisam ser desenvolvidas pelos alunos no decorrer de sua formação básica (OLIVEIRA; LINDNER, 2020).

Sendo assim, são esperadas mudanças na forma de ensinar Ciências no Brasil, uma vez que o atual documento da BNCC estabelece que, na área de Ciências da

Natureza e suas Tecnologias, devem ser realizadas discussões sobre a real função do conhecimento científico e tecnológico para a sociedade, relacionando-o com os problemas ambientais, com a saúde e com a formação cultural dos indivíduos (BRASIL, 2017).

O mesmo documento instrui que sejam adotadas estratégias de ensino que acarretem uma aprendizagem que valorize “a aplicação dos conhecimentos na vida individual, nos projetos de vida, no mundo do trabalho, favorecendo o protagonismo dos estudantes” (BRASIL, 2017, p. 549).

## **1. 2. Ensino por investigação e alfabetização científica**

Tendo em vista a importância de repensar o ensino tradicional e ressignificar o modo de aprender, a abordagem didática de ensino por investigação (EI) é uma alternativa às aulas expositivas (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011). Essa perspectiva de ensino baseia-se em atividades voltadas para a aquisição de conhecimento a partir da resolução de problemas em um contexto crítico-reflexivo (CARVALHO *et al.*, 2013).

O EI, diferentemente da aula expositiva, busca colocar os estudantes à frente de situações-problema que precisam ser resolvidas, motivando, dessa forma, o caráter investigativo, que é essencial para o desenvolvimento do raciocínio e da prática científica. Além disso, deixa em evidência a importância do professor quanto ao planejamento das atividades no que se refere à criação de um ambiente favorável ao processo investigativo e à troca de informações entre seus pares (ALMEIDA; SASSERON, 2013).

Para Sasseron (2015), o EI exige que o professor saiba valorizar e colocar em evidência as ações que ocorrem na sala de aula, como, por exemplo, os erros e/ou os questionamentos, o levantamento de hipóteses criadas pelos alunos a partir de conhecimentos prévios e as relações desenvolvidas.

Na visão de Batista e Silva (2018), essa forma de ensino visa que o estudante adquira atitudes típicas do fazer científico, tais como: discutir, questionar, observar, refletir, argumentar, explicar e comentar suas descobertas.

No entanto, para que os estudantes adquiram essas atitudes, é necessário que eles sejam submetidos às etapas características do raciocínio científico, por exemplo: elaboração de um problema, criação de hipóteses, planejamento, busca de novas informações, realização de interpretações e retirada de conclusões de seus

resultados. Após concluírem essas etapas, os estudantes poderão compartilhar seus resultados e aplicar o conhecimento adquirido em novas situações (GARCÍA RODRÍGUEZ, 1995).

Segundo Trivelato e Tonidandel (2015), o EI pode propiciar, aos estudantes, acesso às práticas de ensino da ciência de forma a aproximá-los da natureza deste conhecimento, o que favorece, dessa maneira, a ocorrência do, letramento, enculturação ou alfabetização científica (AC), possibilitando que o indivíduo seja inserido na cultura científica (DEL-CORSO; TRIVELATO; SILVA, 2017; SASSERON, 2015). A importância dessa proposta é enfatizada pela BNCC, já que, de acordo com esse regulamento:

Diante da diversidade dos usos e da divulgação do conhecimento científico e tecnológico na sociedade contemporânea, torna-se fundamental a apropriação, por parte dos estudantes, de linguagens específicas da área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Aprender tais linguagens, por meio de seus códigos, símbolos, nomenclaturas e gêneros textuais, é parte do processo de letramento científico necessário a todo cidadão (BRASIL, 2017, p. 551).

O raciocínio científico requer uma postura ativa perante a ciência e os resultados propostos à sociedade, de modo que as estratégias de EI podem ser instrumentos para que os professores atinjam os objetivos pretendidos e estimulem o fazer científico (ANDRADE; ABÍLIO, 2018).

Os eixos estruturantes da AC consistem em: “aprender ciências, aprender a fazer ciências e aprender sobre ciências” (SCARPA; CAMPOS, 2018, p. 28), o que é ressaltado pela National Research Council (NRC) (1996, p. 21) ao afirmar que estudantes alfabetizados cientificamente “devem desenvolver uma compreensão do que é a ciência, o que a ciência não é, o que a ciência pode e não pode fazer, e como a ciência contribui para a cultura”.

Desse modo, um estudante alfabetizado cientificamente pode promover mudanças para beneficiar a sociedade na qual está inserido, pois espera-se que os indivíduos, ao aprender, passem a interpretar os aspectos da vida de forma crítica e sejam proativos no exercício da cidadania e na profissão que escolherem seguir. Dessa forma, atuar na promoção da AC tem sido um dos objetivos do ensino na educação básica (VIZZOTTO; DEL PINO, 2020).

Essa mudança, na postura do estudante com relação ao ensino, pode ser percebida, segundo Castellar (2016), com o EI, que desempenha um papel muito

importante neste processo, atuando na motivação não só do estudante, mas também na do professor(a), pois possibilita meios para que o estudante aprenda de forma proativa, desenvolvendo sua autonomia, e promove uma maior reflexão ao docente sobre sua prática pedagógica, principalmente em relação ao papel do estudante como protagonista do conhecimento.

Esses objetivos são compartilhados com os métodos ativos de ensino e aprendizagem, uma vez que, de acordo com Morán (2017), os métodos ativos são “caminhos” que os professores podem seguir para estimular e desenvolver a criticidade e a autonomia nos estudantes.

### **1. 3. Métodos ativos de ensino e aprendizagem**

Os métodos ativos de ensino e aprendizagem (MAEA) são definidos, por Diesel, Baldez e Martins (2017), como estratégias pedagógicas que têm, por finalidade, motivar os estudantes a serem protagonistas no processo de construção do seu conhecimento, podendo este acontecer de forma individual ou de forma colaborativa.

Esses métodos propõem modificações nos papéis desempenhados pelos estudantes e pelos professores, uma vez que, com a utilização de distintas estratégias, os estudantes passam a ocupar um lugar no centro do processo de ensino-aprendizagem (PEREIRA, 2012), e os professores passam a atuar, por meio da mediação, como orientadores ou facilitadores do processo (BARBOSA; MOURA, 2013).

No entanto, para que os estudantes assumam esse papel, é necessário repensar as práticas pedagógicas, visto que, segundo Morán (2015), os métodos de ensino precisam acompanhar os objetivos pretendidos, haja vista que, para que os estudantes sejam proativos, é preciso estimular a utilização de métodos e atividades que os envolvam no processo de construção do conhecimento. Portanto, compreende-se que, para que sejam críticos, criativos e autônomos, é necessário que os alunos sejam instigados a diferentes situações que os motivem a colocar em prática suas iniciativas.

Partindo disso, destaca-se que os métodos ativos utilizam diferentes estratégias educacionais com o intuito de solucionar problemas de forma contextualizada e adequada ao conteúdo que será abordado com cada discente,

estimulando-o, dessa maneira, a analisar o problema e a pensar e refletir sobre ele de modo que seja capacitado a resolvê-lo (SOUZA; SHIGUTI; RISSOLI, 2013).

Para Berbel (2011), esses métodos baseiam-se no desenvolvimento do processo de aprendizagem efetiva devido ao fato de que faz uso de experiências reais ou simuladas. Essas experiências visam solucionar, nos mais variados contextos, os desafios oriundos de atividades essenciais à prática social.

Existem diferentes tipos de MAEA, como, por exemplo, a sala de aula invertida, a aprendizagem baseada em problemas, a aprendizagem baseada em projetos, a aprendizagem baseada em times, a instrução por pares, a divisão dos alunos em equipes para o sucesso, os torneios de jogos em equipes, o *jigsaw* e a problematização (LOVATO *et al.*, 2018).

É pertinente ressaltar que, apesar dessa variedade de métodos ativos, eles compartilham características em comum: permitem que o indivíduo observe a realidade, estimulam o estudante a ser protagonista, utilizam situações-problema como estratégia de ensino e proporcionam relação lógica entre teoria e prática, o que, no ensino tradicional, é pouco usual (ALBUQUERQUE; OLIVEIRA, 2020).

Diante disso, acreditamos ser pertinente a utilização, no ensino de Física, de métodos ativos que promovam e estimulem, nos discentes, o protagonismo estudantil, e, neste trabalho, decidimos por utilizar o método de criação de jogos para abordar temas referentes a Estatística.

#### **1. 4. Competência pedagógica do uso dos jogos no ensino de física**

O significado da palavra jogo vem do latim "*jocus*" que significa gracejo, brincadeira e divertimento. Hoje, graças aos estudos de Piaget e Vigotski, ele é considerado um material pedagógico com capacidade de ensinar quando associado a um contexto didático.

O conceito de jogo consiste em uma atividade física ou intelectual formada por um conjunto de regras e define um indivíduo (ou um grupo) como vencedor e outro como perdedor. Os jogos podem ser utilizados para fins educacionais para transmitir o sentido de respeito às regras e a mensagem de que, em uma disputa entre adversários, haverá sempre um que perde e outro que ganha.

Segundo Passerino (1998), o jogo pode servir como um impulso natural da criança e como um grande motivador. Logo, a criança obtém prazer e realiza um

esforço espontâneo e voluntário para atingir o objetivo de ganhar. Ainda segundo Passerino (1998), outra característica apresentada é a capacidade de mobilizar esquemas mentais, ou seja, o jogo estimula o pensamento e a ordenação de tempo e espaço, com a integração de várias dimensões da personalidade: afetiva, social, motora e cognitiva. Logo, todos estes fatores favorecem o desenvolvimento de habilidades como coordenação, destreza, rapidez, força, concentração etc.

O jogo proporciona aos alunos uma fascinação, um olhar diferenciado a partir do qual ele tem vontade e prazer de ampliar seus conhecimentos de forma diferenciada e atrativa. Lima (2008) interpreta o jogo como

[...] atividade física ou mental, organizada por um sistema de regras que definem perda ou ganho [...] conjunto de regras que devem ser observadas quando se joga [...] atividade de natureza histórica e social, motivada por uma atitude voluntária, prazerosa, de persistência e submissão às regras e aos resultados. (p.36-59)

O jogo tem o potencial de estimular a mente ou a parte física, de acordo com o jogo que está jogando. Essas estimulações ajudam no desenvolvimento das habilidades práticas e servem como forma de exercício, além do fato que realizam um papel educativo em que as regras a serem seguidas ampliam a socialização dos alunos. Dessa forma, a atividade lúdica, em formato de jogos, pode ser definida como “o conjunto de atividades as quais o organismo se entrega principalmente ao prazer da própria atividade” (KAMII E DEVRIES, p.29).

Portanto, os jogos podem ser utilizados tanto para melhorar as habilidades dos estudantes quanto para desenvolver conhecimentos educacionais, os chamados jogos didáticos, como instrumentos facilitadores de integração, da sociabilidade e da aprendizagem. Os jogos didáticos são ferramentas de apoio ao ensino, e este tipo de prática de ensino leva o aluno a explorar sua criatividade, tendo, assim, grande importância para a construção de uma sociedade melhor, uma vez que os tornam capazes de fazer novas descobertas e invenções e, conseqüentemente, de provocar mudanças na sociedade.

Os jogos podem ser utilizados como instrumentos importantes para o processo de ensino-aprendizagem de um aluno, pois podem se constituir como ponto de início para a construção do conhecimento. Desse modo, o jogo didático é um jogo cujas finalidades são educativas. Esses jogos ajudam nos desenvolvimentos psicológico, físico, intelectual e social do aluno, ademais que estimulam o impulso natural do aluno

ao aprendizado. Entende-se, assim, que o jogo didático é um ótimo recurso didático-pedagógico, o qual, quando formulado e aplicado, é uma ferramenta poderosa no processo educacional. Acreditamos que o jogo pode assumir, na sala de aula do ensino médio, particularmente nas aulas de Física, duplo objetivo: o de ensinar e o de divertir.

Os jogos educacionais voltados para a Física podem ser bastante simples como os de exercícios e práticas, mas podem ser ambientes de aprendizagem ricos e complexos. Seus principais objetivos são: despertar o interesse dos alunos pelos conteúdos e criar um ambiente propício para a aprendizagem. Os jogos educacionais, são boas ferramentas de ensino para estudantes que têm dificuldades de aprendizagem, pois estes, vão gradativamente modificando a imagem negativa do ato de conhecer, tendo uma experiência em que aprender é uma atividade interessante e desafiadora. (PEREIRA, FUSINATO E NEVES, 2009, p.15-17)

Finalizando com essa citação de Pereira, Fusinato e Neves (2009), explanamos, nossa intenção com o uso dos jogos didáticos no ensino de Física no ensino médio.

### **1. 5. Definição dos jogos e aplicação no ensino de física**

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), por sua vez, destacam que:

Nos jogos de estratégias (busca de procedimentos para ganhar) parte-se da realização de exemplos práticos (e não da repetição de modelos de procedimentos criados por outros) que levam ao desenvolvimento de habilidades específicas para resolução de problemas e os modos típicos do pensamento... (BRASIL-PCN, 2001, p.47).

Ou seja, os PCNs preveem o desenvolvimento de várias habilidades específicas a partir do uso de jogos. Tais habilidades utilizadas na resolução de problemas contribuem com uma melhora na aprendizagem dos estudantes.

Outra vantagem corresponde ao exercício de entender e respeitar regras previamente definidas. Segundo Vigotski (1991) a criança, mesmo nas situações de brincadeira, obedece a regras:

Portanto, a noção de que uma criança pode se comportar em uma situação imaginária sem regras é simplesmente incorreta. Se a criança está representando o papel de mãe, então elas obedecem às regras de comportamento maternal. O papel que a criança representa e a relação dela

com um objeto (se o objeto tem seu significado modificado) originar-se-ão sempre das regras. (VIGOTSKI, 1991, p. 64).

Logo, a criança busca atender às regras que servirão como guia para se atingir as metas desejadas. No caso dos jogos, as regras são definidas e aceitas pelos participantes, de modo que: Continuamente a situação de brinquedo exige que a criança aja contra o impulso imediato. A cada passo a criança vê-se frente a um conflito entre as regras do jogo e o que ela faria se pudesse, de repente, agir espontaneamente (VIGOTSKI, 1991, p. 67). Vigotski narra neste trecho a importância do jogo auxiliando no desenvolvimento da capacidade de autocontrole, que também é destacada por Zabala (1998, p.43) como um dos conteúdos procedimentais que o aluno aprenderá com o uso de jogos.

Ainda segundo Vigotski (1991), com relação às regras:

O atributo essencial do brinquedo é que uma regra se torna um desejo. As noções de Spinoza de que "uma ideia que se tornou um desejo, um conceito que se transformou numa paixão", encontram seu protótipo no brinquedo, que é o reino da espontaneidade e liberdade. Satisfazer as regras é uma fonte de prazer. A regra vence porque é o impulso mais forte. Tal regra é uma regra interna, uma regra de autocontenção e autodeterminação, como diz Piaget, e não uma regra que a criança obedece à semelhança de uma lei física. Em resumo, o brinquedo cria na criança uma nova forma de desejos. Ensina-a a desejar, relacionando seus desejos a um "eu" fictício, ao seu papel no jogo e suas regras. Dessa maneira, as maiores aquisições de uma criança são conseguidas no brinquedo, aquisições que no futuro tornar-se-ão seu nível básico de ação real e moralidade. (VIGOTSKI, 1991, p. 67).

Nota-se neste trecho a importância das situações de brinquedo para o desenvolvimento dos conteúdos atitudinais nos estudantes. Segundo Fernandes (2010):

Os conteúdos atitudinais são a vivência do ser com o mundo que o rodeia. O aprendizado de normas e valores torna-se alvo principal para que este conteúdo seja adquirido por quem quer que seja, e na sua proporção e qualificação só é desenvolvido na prática e em seu uso contínuo. (FERNANDES, 2010).

Fernandes discute que os Conteúdos Atitudinais são conteúdos relacionados à vivência em sociedade através de normas e valores. De acordo com as ideias de Vigotski, no trecho anteriormente destacado, podemos usar os jogos para trabalhar tais conteúdos. Além dos conteúdos procedimentais e atitudinais já comentados, o jogo

deve contribuir para o desenvolvimento dos conteúdos conceituais, ou seja, possibilitando situações de comparação, de revisão e de construção de esquemas de conhecimento sobre os conteúdos escolares. Entretanto para que isto aconteça, segundo Zabala (1998):

Não basta que o aluno se encontre frente a conteúdos para aprender é necessário que diante destes possam atualizar seus esquemas de conhecimento, compará-los com o que é novo, identificar semelhanças e diferenças e entregá-las a seus esquemas, comprovar que o resultado tem certa coerência etc.(ZABALA,1998, p.37).

Considerando as palavras de Zabala, percebemos que tais processos podem ser desencadeados com o uso de jogos, de modo que o estudante possa relacionar os novos conteúdos com os seus conhecimentos prévios.

Ao utilizarmos os jogos didáticos como ferramenta de aprendizagem devemos observar os aspectos relacionados com objetivos didáticos como ocorre com qualquer outro material didático, assim utilizamos dos critérios utilizados para a avaliação de livros didáticos, as sequências didáticas e outras atividades de natureza didática que podem ser úteis na avaliação dos jogos didáticos.

Um destaque importante sobre o jogo didático, refere-se ao fato que é construído e orientado intencionalmente, agregando-se a finalidade de envolver os alunos em algum tipo de processo de aprendizagem no qual a ludicidade torna-se o meio em que as aprendizagens são promovidas.

Um questionamento do professor é: como posso pensar nas características de uma aprendizagem de Física com uso de jogos didáticos? Para darmos resposta a esta questão, antes de tudo é preciso dizer que não consideramos que a aprendizagem de Física no Ensino Médio possa ocorrer apenas com uso de jogos didáticos, mas sim por meio de uma ampla diversidade de metodologias. Sabemos que a diversidade metodológica normalmente tem maiores chances de elevar os índices de aprendizagem quando comparado com um ensino baseado em metodologias únicas ou costumeiras.

O uso do jogo proporciona uma capacidade de estimular as funções cognitivas superiores tais como capacidade de atenção, capacidade de concentração, capacidade de comparação, raciocínio lógico etc. depende de mediadores apropriados o que depende por sua vez de uma de interação social mediadora para tal (VYGOTSKY, 1991). Por fim, as capacidades cognitivas superiores precisam ser

completadas com habilidades sociais, tais como assertividade, empatia, mediação de conflitos, expressão de sentimentos positivos, civilidade (gatilhos de gentileza), enfrentamentos, falar em público, dentre outras.

Grando (2000, p.35), em sua pesquisa, sistematiza algumas vantagens e desvantagens do uso de jogos, conforme o Quadro 1:

Quadro 1: Vantagens e desvantagens do uso do jogo educativo em sala de aula

<b>VANTAGENS</b>	<b>DESVANTAGENS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fixação de conceitos já aprendidos de uma forma motivadora para o aluno;</li> <li>- Introdução e desenvolvimento de conceitos de difícil compreensão;</li> <li>- Desenvolvimento de estratégias de resolução de problemas (desafio dos jogos);</li> <li>- Aprendizado quanto à tomada de decisões e avaliação;</li> <li>- Significação para conceitos aparentemente incompreensíveis;</li> <li>- Relacionamento das diferentes disciplinas (interdisciplinaridade);</li> <li>- Participação ativa do aluno na construção do seu próprio conhecimento;</li> <li>- Socialização entre os alunos e a conscientização do trabalho em equipe;</li> <li>- Motivação para os alunos;</li> <li>- Desenvolvimento da criatividade, de senso crítico da participação, da competição "sadia", da observação, das várias formas de uso da linguagem e do resgate do prazer em aprender;</li> <li>- Possibilidade de reforço ou recuperação de habilidades de que os</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Quando os jogos são mal utilizados, existe o perigo de dar ao jogo um caráter puramente aleatório, tornando-se um "apêndice" em sala de aula. Os alunos jogam e se sentem motivados apenas pelo jogo, sem saber por que jogam;</li> <li>- O tempo gasto com as atividades de jogo em sala de aula é maior e, se o professor não estiver preparado, pode existir um sacrifício de outros conteúdos pela falta de tempo;</li> <li>- As falsas concepções de que se devem ensinar todos os conceitos através de jogos. Então as aulas, em geral, transformam-se em verdadeiros cassinos também sem sentido algum para os alunos.</li> <li>- Perda da "ludicidade" do jogo pela interferência constante do professor, destruindo a essência do jogo;</li> <li>- A coerção do professor, exigindo que o aluno jogue, mesmo que ele não queira, destruindo a voluntariedade pertence à natureza do jogo;</li> <li>- A dificuldade de acesso e disponibilidade material sobre o uso de</li> </ul>

<p>alunos necessitem (útil no trabalho com alunos de diferentes níveis);</p> <p>- Identificação e diagnóstico pelo professor de alguns erros de aprendizagem e das dificuldades dos alunos.</p>	<p>jogos no ensino, que possam vir a subsidiar o trabalho docente.</p>
---	--

Fonte: GRANDO, 2000.

Assim como destacado por Grando, o jogo, como qualquer outra estratégia didática, apresenta vantagens e desvantagens. Por este motivo devemos usá-lo com cuidado, pois segundo Vigotski:

Definir o brinquedo como uma atividade que dá prazer à criança é incorreto por duas razões. Primeiro, muitas atividades dão à criança experiências de prazer muito mais intensas do que o brinquedo, como por exemplo, chupar chupeta, mesmo que a criança não se sacie. E, segundo, existem jogos nos quais a própria atividade não é agradável, como por exemplo predominantemente no fim da idade pré-escolar, jogos que só dão prazer à criança se ela considera o resultado interessante. Os jogos esportivos (não somente os esportes atléticos, mas também outros jogos que podem ser ganhos ou perdidos) são, com muita frequência, acompanhados de desprazer, quando o resultado é desfavorável para a criança. (VIGOTSKI, 1991, p.61).

Desta forma, quando usamos os jogos como instrumento educacional devemos ter a percepção de que assim como outros instrumentos, este não atingirá todos os discentes, pois existem aqueles alunos que simplesmente não gostam de jogar, podem achar a atividade de difícil compreensão, ou ainda podem gostar somente de brinquedos eletrônicos, enfim, existem vários motivos.

Existem elementos atribuídos aos jogos, em meio a diversos tipos. Segundo Passerino (1996) os elementos a seguir são essenciais para se levar em conta a construção dos jogos em geral:

- Capacidade de envolver o participante de maneira intensa e total (clima de entusiasmo), sentimento de exaltação e tensão, seguido por um estado de alegria e distensão, ou seja, envolvimento emocional;
- Atmosfera de espontaneidade e criatividade;
- Limitação de tempo: o jogo tem um estado inicial, um meio e um fim. Isto é, tem um caráter dinâmico;

- Limitação do espaço: o espaço reservado seja qual for a forma que assuma é como um mundo temporário e fantástico;
- Estimulação de imaginação, autoafirmação e autonomia;
- Existência de regras: cada jogo possui suas regras, que determinam o que vale ou não dentro do jogo. O que auxilia no processo de integração social dos alunos.

Os jogos apresentam várias classificações:

- Jogos de construção - são utilizados para explicar, introduzir, exemplificar o que precisa ser ensinado.
- Jogos de treinamento - é importante o aluno exercitar o conhecimento já adquirido, isso aumenta a familiarização com o que foi aprendido, ampliando a sua autoconfiança.
- Jogo estratégico - são jogos de tabuleiro ou computador, onde o aluno precisa de estratégias para alcançar seu objetivo, auxiliando no desenvolvimento do pensar e achar soluções para tomar decisões.
- Jogo de aprofundamento - jogos utilizados para aprofundar os conteúdos já trabalhados.
- Jogos motores - os jogos corporais e dinâmicos que auxiliam na forma de expressar, de perder a timidez, ajuda na coordenação motora e nas relações pessoais.
- Jogos cognitivos - são jogos em que os alunos adquirem conhecimentos onde envolve fatores diversos como a linguagem, o pensamento, a percepção, a memória, o raciocínio, que são itens importantes ao desenvolvimento intelectual.
- Jogos competitivos - a competição faz o aluno aprender a posicionar-se diante da derrota ou vitória e é necessário e importante, pois ao longo da vida será algo comum no cotidiano do aluno.
- Jogos cooperativos ou de grupos - são jogos que desenvolvem o valor do trabalho em grupo indispensável para a vida social do aluno.

Conforme Brasil (1997), nos Parâmetros Curriculares Nacionais, não há apenas uma única maneira para ensinar as disciplinas curriculares, podemos ensinar através de diversas maneiras lúdicas, tornando a aula mais atrativa e prazerosa.

O ensino não fica restrito somente ao ambiente escolar, mas vai além da sala

de aula, quadro e giz, pois com o livre acesso aos meios de comunicação, a escola não se torna a única fonte de aprendizagem, e com isso é necessário integrar os conhecimentos tanto da escola, quanto os que possam ser adquiridos fora dela, mas de uma maneira atrativa e satisfatória. É necessário despertar no aluno o interesse de aprender e para que isso ocorra se faz necessário explorar, buscar meios de aprendizagens que atraiam aos alunos e que despertem o interesse pelo ensino aprendizagem.

Podendo utilizar os jogos didáticos no Ensino de Física para ensinar e revisar conceitos, onde os estudantes podem motivar os próprios estudantes, melhorando seu desempenho nos conteúdos trabalhados, além de desenvolver habilidades de busca e problematização, contribuindo assim para sua formação social, através dos debates e da comunicação que surgem durante o jogo.

Para Vygotsky (1991), o jogo desperta no aluno a curiosidade, adquire iniciativa, autoconfiança, aprende a agir, proporciona o desenvolvimento da linguagem, pensamento e da concentração.

Em relação à metodologia, devemos destacar a importância do professor como condutor e orientador das atividades, bem como é importante o professor motivar os alunos para a atividade, propor atividades relacionadas ao jogo, valorizar o jogo como recurso de ação ativa explorando os aspectos educativos e lúdicos, explorar as potencialidades dos jogos em termos de conceitos, estabelecer relações entre o jogo e os conceitos que podem ser explorados e orientar os alunos sobre a importância do trabalho em grupo.

Segundo os Parâmetros Curriculares “a participação em jogos de grupo também representa uma conquista cognitiva, emocional e social para o aluno, e um estímulo para o desenvolvimento do seu raciocínio lógico” (BRASIL, 2000, p.49).

Os jogos podem ser utilizados como forma de avaliar a aprendizagem do aluno, de uma maneira diferenciada, onde o aluno possa se sentir mais confortável para mostrar os seus conhecimentos e aprendizados dos conteúdos abordados.

## **1. 6. Motivação e percepção da aprendizagem**

Nos dias de hoje, a formação integral do estudante tem sido um assunto bastante discutido no meio acadêmico e nos diferentes ambientes escolares (METZ; WACHHOLZ; CANAN, 2020), pois a BNCC propõe uma educação que visa romper

com visões conteudistas e reducionistas do ensino, privilegiando o desenvolvimento de habilidades e competências necessárias para a vida do estudante, as quais devem ser úteis não só para o ensino escolar, mas também para o mercado de trabalho, ou seja, objetiva a formação completa do indivíduo (BRASIL, 2017).

No entanto, para que a formação integral aconteça, é preciso levar em consideração que vários fatores podem influenciar na obtenção desse resultado, entre eles a motivação e a percepção da aprendizagem dos estudantes, visto que, uma vez mensuradas, podem colaborar para que o docente oriente seus alunos com relação ao desenvolvimento da habilidade de pensar criticamente (SARI *et al.*, 2019).

Tendo isso em vista, de acordo com Bock, Furtado e Teixeira (2001), a motivação, no contexto educacional, deve ser compreendida como um recurso imprescindível para que ocorra, verdadeiramente, a aprendizagem, pois ela impulsiona o estudante para a tomada de decisão, bem como para a realização das ações propostas no processo de ensino. Isso acontece por meio de associações promovidas entre o ambiente de aprendizagem, os interesses pessoais e as metas ou os objetivos a serem alcançados.

Segundo Knüppe (2006), a motivação exerce um papel fundamental no processo de aprendizagem, atuando como um eixo estruturante para a construção do conhecimento. Apesar disso, para a autora, como cada indivíduo apresenta características motivacionais diferentes, tendo em vista que a motivação está relacionada aos propósitos e sonhos que o estudante deseja realizar, a sua ausência dificulta o processo de aprendizagem.

Para Lourenço e Paiva (2010), a motivação desperta no aluno uma postura ativa frente ao ensino e funciona como um instrumento avaliador da qualidade de sua aprendizagem; esse recurso tão necessário ao processo de ensino-aprendizagem, de acordo com Williams e Williams (2011), é influenciado por cinco fatores, tais como: estudante, professor, conteúdo, método e ambiente.

Além disso, a motivação pode ser compreendida de duas formas: intrínseca e extrínseca. Na motivação intrínseca, o indivíduo se sente motivado para realizar uma tarefa simplesmente pelo fato de ser interessante e prazeroso para ele, enquanto, na extrínseca, ele a realiza focando em possíveis resultados (CLEMENT; CUSTÓDIO; ALVES FILHO, 2015).

Mesmo havendo essa diferença conceitual entre os tipos de motivação, é possível perceber que tanto a motivação intrínseca quanto a extrínseca fazem parte

do processo de ensino-aprendizagem e podem colaborar para o desenvolvimento intelectual do indivíduo (LOPES *et al.*, 2015) e para uma boa percepção de aprendizagem (BONINI-ROCHA *et al.*, 2014).

Em relação a isso, cabe destacar que a percepção de aprendizagem é considerada uma forma indireta de avaliação do ensino, já que, nesse tipo de avaliação, é o próprio estudante quem avalia sua aprendizagem, sendo importante ressaltar que essa verificação não se resume a resultados de provas e testes propostos pelo professor. Os dados obtidos nesse modelo de avaliação podem auxiliar o docente no levantamento de informações relevantes ao fazer científico e também no alinhamento entre o que é proposto pelo currículo utilizado nas escolas com os interesses pessoais dos alunos (WELDY; TURNIPSEED, 2010).

Na visão de Ries *et al.* (2004), a percepção deve ser entendida como um processo biológico, cultural e psicológico na vida do indivíduo, sendo ela fundamental para a compreensão do mundo que o cerca, exercendo grande influência sobre a aprendizagem e também sofrendo influência dela. Em conformidade com as ideias desse autor, Vigotski (2007) afirma que a percepção é uma capacidade intelectual do homem e que precisa de total atenção, em especial, no processo de ensino-aprendizagem, visto que o desenvolvimento da linguagem, da criatividade, do raciocínio crítico, da memória e das mudanças comportamentais pode não acontecer sem a participação da percepção.

Para Bondezan e Palangana (2009), a percepção escolar não acontece de forma espontânea na vida do estudante, e é por esse motivo que ela deve ser estimulada nos ambientes educacionais, focando na proatividade do aluno e estabelecendo significado entre os conteúdos trabalhados em sala, os objetos de estudo, os conhecimentos adquiridos, os métodos de ensino e as relações estabelecidas com os sujeitos envolvidos na aprendizagem. Para as autoras, são as relações sociais e o desenvolvimento das estruturas psíquicas do estudante, como, por exemplo, a percepção, que proporcionam trocas de conhecimentos entre os pares, aumentando o nível intelectual dos educandos de forma considerável.

## **1. 7. Avaliação da aprendizagem no ensino**

Criada por Ralph Tyler, educador norte-americano que se dedicou aos estudos de um ensino eficiente. A avaliação da aprendizagem surgiu no ano de 1930, no

século XX. A avaliação, conforme é exposto nos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1998, p.18), faz parte do processo de ensino-aprendizagem na prática educativa nas escolas:

A avaliação é parte do processo de ensino e aprendizagem. Ela incide sobre uma grande variedade de aspectos relativos e desempenho dos alunos, como aquisição de conceitos, domínios de procedimentos e desenvolvimentos de atitudes. Mas também devem ser avaliados aspectos de seleção e dimensionamento dos conteúdos, práticas pedagógicas, condições em que se processa o trabalho escolar e as próprias formas de avaliação.

Partindo disso, é importante destacar que a avaliação não pode ser apenas um exercício de cobrança de memorização nem de uma medida comportamental a ser classificada, mas deve estar ligada à concepção de ensino em relação ao contexto de o professor avaliar sobre o rendimento do aluno e, assim, tomar suas decisões. Desse modo, é necessário avaliar o aluno por meio de uma forma contínua de avaliação do seu desempenho individual e em grupo, pois é necessário que o aluno esteja próximo da sua realidade para que se obtenha aprendizado.

Para que se obtenha, eficiência no sistema de avaliação e eficácia no processo ensino-aprendizagem, é necessário agrupar as três modalidades de avaliação:

- Diagnóstica: identifica e avalia os conhecimentos dos alunos antes de começar a atividade;
- Somativa: fornece resultados a fim de verificar, classificar, situar, informar e certificar que esteja havendo o conhecimento do aluno, que o mesmo esteja aprendendo os conteúdos, ou seja assimilando os conteúdos aos jogos.
- Formativa: avalia no processo de ensino-aprendizagem.

Aquino (1997) defende que se deve

[...] avaliar não para selecionar, mas para possibilitar a todos os alunos o conhecimento crítico e criativo, instrumento necessário quando se tem como compromisso não a “conformação” à realidade, mas sua transformação, servindo a avaliação a inclusão e não a exclusão.

Nessa perspectiva, os jogos podem possibilitar que o professor faça observações a respeito das atitudes dos alunos e da interação que eles estão tendo com a atividade desenvolvida. É de suma importância que o professor saiba avaliar a participação e o desempenho dos alunos, valendo ressaltar que a implantação de

diferentes metodologias, como, por exemplo, a utilização dos jogos, exige avaliação, mas que essa avaliação também seja diversificada.

Isso se deve ao fato de que o aluno, quando constrói um jogo, se torna protagonista da aula, uma vez que ele está em um papel diferenciado da sua rotina; isso o motiva a querer enriquecer e ampliar os seus conhecimentos. Os primeiros estudos ocidentais sobre o uso dos jogos para o aprimoramento da aprendizagem remontam à Grécia e a Roma antigas. Platão reconheceu a importância do aprendizado por meio da ludicidade em oposição ao uso da violência e da repressão para o ensino. Quando os alunos formulam os jogos, eles precisam fazer pesquisas por meio da internet, dos materiais didáticos e das trocas de conhecimentos entre eles, precisando até mesmo fazer uso dos conhecimentos já adquiridos por eles. Esses aspectos também devem ser avaliados. Por isso, é necessário avaliar tanto a participação quanto o conhecimento adquirido por cada aluno, de forma que cabe a cada um dos professores ter consciência de que há uma diversidade de alunos em uma sala de aula e que cada um adquire o conhecimento de uma forma diferente.

## **2. OBJETIVOS**

### **2. 1. Objetivo geral**

- ✓ Este trabalho objetivou verificar a motivação e a percepção da aprendizagem de estudantes do ensino médio matriculados no Colégio Estadual Dom Pedro I, localizado na cidade de Aparecida de Goiânia, no estado de Goiás, após a abordagem do conteúdo sobre física estatística por meio de aula expositiva dialogada em uma turma e utilização do método ativo de criação de jogos em outra turma.

### **2. 2. Objetivos específicos**

- ✓ Elaborar dois jogos didático constituído por um conjunto de questões problematizadoras sobre termodinâmica para serem discutidas em aulas ministradas no ensino médio utilizando o método de jogo;

- ✓ Comparar a motivação e a percepção da aprendizagem após a abordagem de temas referentes a termodinâmica por meio dos métodos da aula expositiva e da culminância dos jogos nas duas turmas.

### 3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Sempre que estamos assistindo televisão ou ouvindo rádio não nos preocupamos em pensar como as coisas funcionam ou o esforço feito por muitas pessoas para desenvolver este eletrodoméstico que possuímos em casa. Com a física acontece algo semelhante em relação aos conteúdos expressos na forma de equações, experimentos ou conceitos.

Há estudos que preocupam em entender a maneira como o ser humano pensa, aprende e desenvolve o seu pensamento. Esta preocupação deu origem a várias teorias da educação. Desta forma, torna-se de fundamental importância apresentar vários pontos de vista sobre teorias da aprendizagem, no intuito de justificar a escolha de Vigotski como a base teórica adequada a este trabalho.

Buscando na literatura o significado do termo teoria da aprendizagem, usaremos neste trabalho o termo usado por Moreira (2011, p.10), De acordo com Marco Antônio Moreira, sabe-se que a aprendizagem significativa é a valorização do conhecimento prévio do aluno e ocorre quando ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não arbitrária com aquilo que o aluno já sabe. O autor esclarece que *substantiva* significa não literal e que *não arbitrária* indica um conhecimento relevante já existente na estrutura cognitiva do sujeito que aprende, denominado por Ausubel, como *subsunçor* ou ideia-âncora.

No entanto, por que essa aprendizagem é significativa? A resposta a essa pergunta é o fato de que é esse conhecimento específico, existente na estrutura de conhecimentos do sujeito, que permite dar significado a um novo conhecimento, seja de forma mediada, seja pela própria lógica do sujeito.

É importante ressaltar, por outro lado, que aprendizagem significativa não quer dizer aprendizagem condizente com o conhecimento formal, validado. Para Ausubel, quando alguém atribui significados a um conhecimento a partir da interação com seus conhecimentos prévios, estabelece a aprendizagem significativa, independentemente de esses significados serem aceitos no contexto do sujeito.

Logo, o fato de o conhecimento prévio ser a variável fundamental para a aprendizagem significativa, tal qual concebida por Ausubel, não garante que seja uma variável facilitadora para a aquisição do conhecimento escolar. Pelo contrário, pode até ser uma variável bloqueadora, caso os significados dos conhecimentos prévios sejam ancorados em conhecimentos e concepções derivadas, por exemplo, do senso comum.

A partir da análise da estrutura cognitiva, Ausubel estabeleceu as seguintes condições para a ocorrência da aprendizagem significativa:

- a) O material de aprendizagem deve ser potencialmente significativo;
- b) O aprendiz deve ter predisposição para aprender.

O material de aprendizagem é potencialmente significativo, pois a atribuição de significado cabe ao sujeito, logo, não há aula, estratégia ou livro significativo. O material potencialmente significativo é aquele capaz de dialogar, de maneira apropriada e relevante, com o conhecimento prévio do estudante.

Dessa maneira, o material e a mediação são fundamentais, visto que o estudante pode não ter conhecimentos prévios adequados para atribuir os significados aceitos no contexto do componente. Por um lado, essa condição reforça a necessidade da predisposição para aprender, que, como esclarece Marco Antônio Moreira em sua obra, não é uma simples questão de motivação ou identificação com o componente, mas uma predisposição para relacionar-se com novos conhecimentos atribuindo a eles significados. Por outro lado, essa condição convida o docente a acolher as ideias prévias dos estudantes, ainda que sejam insatisfatórias, para, a partir delas, construir situações de aprendizagem capazes de promover a atribuição de significados aos temas tratados.

É em virtude dessa negociação de significados que a aprendizagem significativa se diferencia da aprendizagem mecânica, visto que o conhecimento prévio interage com o novo conhecimento, modificando e enriquecendo a estrutura cognitiva prévia, que permite a atribuição de significados ao conhecimento.

Isso não significa dizer que a aprendizagem significativa e a aprendizagem mecânica são formas de aprender antagônicas. Para Ausubel, elas são contínuas, entretanto, outros autores esclarecem que a aprendizagem significativa é mais duradoura, uma vez que, na memorização da aprendizagem mecânica, as informações não interagem com o conhecimento prévio e não se ancoram. O

conhecimento construído nessa situação só é aplicável a situações conhecidas, isto é, ao significado dado na transmissão do conteúdo.

Assim, podemos entender que:

- A aprendizagem significativa ocorre quando uma nova ideia se relaciona aos conhecimentos prévios, em uma situação relevante para o estudante, proposta pelo professor. Nesse processo, o estudante amplia e atualiza a informação anterior, atribuindo novos significados a seus conhecimentos;
- As condições para que ocorram a aprendizagem significativa são a adoção de materiais e estratégias potencialmente criativas, por parte do docente, e a predisposição para aprender, por parte do estudante;
- Os conhecimentos prévios e as atribuições de sentido dependem das interações sociais. Nesse sentido, um tema é relevante para o estudante quando sua abordagem não é esvaziada de significado social, mas suas características socioculturais reais são mantidas. A escuta e circulação da palavra, durante a aula, são fundamentais para identificação dos significados acerca do tema presente entre os estudantes;
- Uma abordagem lúdica, ainda que desejável, não garante uma aprendizagem significativa. É necessário promover reflexão e negociação de significados;
- Embora os estudos de Ausubel sejam centrados na dimensão cognitiva, na atualidade, as outras dimensões humanas envolvidas na aprendizagem são a afetiva, psicomotora e de fé e crenças e são consideradas tão relevantes para a aprendizagem quanto a cognitiva. A dimensão cognitiva está caracterizada com a forma racional e estruturada do conhecimento.

Portanto é necessário que o professor utilize em suas aulas, como base na introdução de novos conceitos físicos, os conhecimentos prévios dos estudantes, conhecimento que os estudantes adquiriram com suas experiências de vida. Segundo Ausubel, apud Moreira (2006a, p. 13):

Se tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um só princípio, dirá o seguinte: o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe. Averigue isso e ensine-o de acordo.

Ausubel faz um pedido de atenção aos professores de todas as áreas em relação à questão do *conhecimento prévio*: “Averigue isso e ensine-o de acordo”. Grande parte das vertentes construtivistas consente que o conhecimento prévio é, de

fato, uma condição essencial que colabora para a eficiência dos métodos cognitivos. O conjunto de tudo o que o aluno já sabe constitui o que é chamado de *estrutura cognitiva*. É nesse ambiente em que estão reunidas todas as informações preexistentes na “cabeça” do aluno (MOREIRA, 2006a).

Denominados por Ausubel de *subsunçores*, essas informações não são necessariamente conceitos, que podem ser representados por qualquer tipo de construção mental. Os subsunçores são conhecimentos específicos capazes de se relacionar com novas informações. Em outras palavras, funcionam como conhecimento prévio relevante na amarração com outros novos conhecimentos.

A organização cognitiva de uma pessoa compreende um processo dinâmico de inter-relações entre os próprios subsunçores e, também, entre as novas informações. De acordo com Ausubel (2000), essa estrutura dinâmica de conhecimentos está organizada de forma hierárquica, com vários subsunçores subordinados a outros. Durante os episódios de ensino, sua organização irá se modificar, já que no processo da ancoragem com o novo conhecimento esses subsunçores adquirem novos significados, tornando-se mais elaborados (MOREIRA, 1999, p. 153).

Na teoria parece prático e rápido, mas é imprescindível que fique claro outro princípio da teoria de aprendizagem aqui resguardada: assimilação de novos conhecimentos, além de idiossincrático, é um processo gradual e lento (MOREIRA, 2011, p. 32,33). Esse princípio é subjacente às perspectivas piagetianas no que diz respeito ao processo de maturação paulatina das ideias presentes na estrutura cognitiva (CHAGAS e SOVIERZOSKI, 2014, p. 41).

Infelizmente, muito do que ocorre dentro das escolas, como a memorização, contribui para a disseminação desse tipo de prática. A memorização dos conteúdos deve ser suficiente apenas para cumprir seu papel nas avaliações ou para talvez somente passar no Exame Nacional do Ensino Médio (Enem). Entretanto, existem professores que optam pela prática da aprendizagem mecânica de tópicos de Física, apenas fomentando a memorização de fórmulas que não se conectam a mais nada na rede de ideias do aprendiz. Os novos saberes captados mecanicamente vetam o indivíduo de qualquer relação crítica com os conteúdos transversais e até mesmo paralelos.

Note que, mesmo no caso em que o estudante não possua subsunçores, o uso de organizadores prévios possibilita que ele construa uma base de informações mais gerais, e acima de tudo, necessárias à aprendizagem significativa de novas ideias.

Certamente, outro fator de suma importância que influencia na aprendizagem é a predisposição do aluno em aprender. Esse é um pré-requisito que transcende as ações do professor, pois é o próprio aluno quem decide se deseja aprender de forma significativa ou não.

Estamos aqui nos aproximando do que Moreira (2011) chama de consciência semântica, ou seja, a percepção de que o próprio indivíduo é responsável por construir uma rede organizada de significados por meio da linguagem, “o significado está nas pessoas, não nas palavras.” (op. cit. p. 175). Tratando-se de um conceito abstrato, o conhecimento individual pode ser compreendido como construções mentais que surgem de interpretações criadas pelo indivíduo acerca do universo ao seu redor. (LEMOS, 2005, p.42).

Como discutido anteriormente, os subsunçores de um indivíduo adquirem novos significados a partir da interação com novas informações. À medida que um subsunçor torna-se cada vez mais elaborado, existe a possibilidade de que outros subsunçores, menos gerais e menos inclusivos, sejam subordinados a este subsunçor mais elaborado, desta vez, com mais significados do que no início deste processo.

Vamos imaginar os subsunçores *força elástica*, *força gravitacional*, *força elétrica*, *força normal* e *força de tração*; esses conceitos estão subordinados a um conceito muito mais geral, isto é, o de *força*. Sendo assim, durante uma aula básica de Mecânica, ao compreender que existem forças de origem distintas, o aluno tem a possibilidade de lapidar o subsunçor *força*. Segundo Moreira (1999, p. 158), o processo de criar conexões subordinadas a um subsunçor é chamado de *diferenciação progressiva* e pode acontecer diversas vezes com um mesmo conceito.

Para David Ausubel (apud MOREIRA, 1999), os conceitos devem ser apresentados de forma geral e inclusiva e, em seguida, devem ser diferenciados de acordo com suas características e peculiaridades. A organização do material instrucional também deve ser coerente com esses processos. Ausubel parte do princípio de que as informações na estrutura cognitiva do indivíduo estão organizadas de forma hierárquica.

Enquanto a diferenciação progressiva expande o leque de ideias, a reconciliação integrativa faz as conexões e aponta as semelhanças e diferenças entre essas conexões. Caso o aluno apenas diferencie os conceitos, ele passará a perceber tudo de forma diferente, e, se apenas os integra, perceberá tudo de forma igual. Sendo assim, a diferenciação progressiva é concomitante à reconciliação integrativa. Trata-

se de processos ativos na estrutura cognitiva durante a aprendizagem significativa de algum conteúdo.

Desse modo, pode-se dizer que a aprendizagem é significativa quando o aluno consegue assimilar as novas informações propostas pelo professor por meio de um material potencialmente significativo. Essa assimilação se dá pela interação, não literal e não arbitrária, da nova informação com respeito aos subsunçores prévios específicos da estrutura cognitiva do aluno. Nesse processo, os subsunçores se modificam e adquirem maior estabilidade cognitiva, se tornando mais elaborados e até incorporando novos subsunçores à estrutura dinâmica de ideias. É papel do professor verificar se o aluno foi capaz de compreender os conhecimentos de maneira aceitável para que também possa aplicar esse conhecimento em diferentes contextos. Ainda de acordo com Moreira (2011, p. 173), a aprendizagem significativa deve ser crítica e subversiva, isto é, deve propiciar ao estudante a capacidade de criticar a sociedade e de se integrar a ela utilizando os novos conhecimentos assimilados de forma significativa.

Por fim, é importante lembrar que aprendizagem significativa não é sinônimo de aprendizagem correta (MOREIRA, 1999, p. 196). O professor deve ter discernimento de que, enquanto mediador e fornecedor de situações-problema, sua principal função é a de facilitar a aprendizagem significativa. O ambiente criado ao redor do reconhecimento desse processo cognitivo e suas funcionalidades (lento, progressivo, construtivista, somativo e recursivo) viabilizam ao aluno a conquista da autonomia intelectual.

Ainda de acordo com Lemos (2005, p. 42): “Uma situação de ensino corresponde ao momento em que uma pessoa, intencionalmente, ajuda outra a aprender alguma coisa.” Insistindo na valorização de uma educação crítica e não dogmática, a aprendizagem significativa revelará sua eficiência perante uma revolução da estrutura didática da sala de aula, na qual a aprendizagem pelo erro, o abandono da narrativa e a priorização por atividades em grupos são alguns dos princípios desse tipo de aprendizagem (MOREIRA, 2011, p. 174).

Além disso, os contextos social e histórico em torno do desenvolvimento do conhecimento científico são componentes essenciais na elaboração de atividades que priorizem a aprendizagem significativa dos conceitos de interesse.

Segundo Pereira e Lima (2014), ao se pesquisar a literatura, percebe-se que

os trabalhos baseados na teoria de Vigotski começam a ter um aumento significativo a partir da década de 90.

A obra de Vigotski é longa sendo impossível ser discutida integralmente nesta dissertação. Por este motivo trataremos de alguns conceitos como: signos, desenvolvimento, percepção, mediação, interação social, internalização e zona de desenvolvimento proximal, os quais consideramos os mais importantes para entendimento deste trabalho.

#### ✓ **Signo**

Um conceito que aparece muito nos livros é o signo. Vigotski define signo como:

A luz do que eu e meus colaboradores aprendemos sobre as funções da fala na reorganização da percepção e na criação de novas relações entre as funções psicológicas, realizamos em crianças um amplo estudo de outras formas de atividades que usam signos, em todas as suas manifestações concretas (desenho, escrita, leitura, o uso de sistemas de números etc.). (VIGOTSKI, 1991, p.28).

Ou seja, o signo na definição de Vigotski é qualquer sistema de representação. Desta forma o produto educacional em certos momentos poderá se comportar como um signo, através de suas imagens, escritas e números e todos os símbolos que normalmente acompanham os jogos.

#### ✓ **Desenvolvimento**

O conceito de desenvolvimento usado por Vigotski é diferente daquele usado por Piaget, que levava em consideração a evolução genética. Nestes termos, Vigotski considera o desenvolvimento cognitivo como próprio do indivíduo, como podemos observar na interpretação de Pereira e Junior:

Um exemplo disso é a nossa capacidade de multiplicar “de cabeça” algarismos simples como 3 e 4, por exemplo. Considere o caso de um professor que pergunta em sala de aula “quanto é três vezes quatro?” e ouve de um aluno a resposta “doze!”[...] Com base na observação, podemos apenas enumerar as características externas deste processo [...] Se voltarmos às origens deste processo e observarmos o modo como crianças pequenas passam a dominar a multiplicação (isto é, sua base dinâmica causal), presenciaremos o desenvolvimento de um método baseado no uso de signos. Inicialmente, a criança aprende a multiplicar formando conjuntos com igual número de elementos (por exemplo, três grupos de quadro blocos) para depois somar o número total de elementos. Mais tarde, a criança passa a utilizar a tabuada para obter o resultado de certas multiplicações. Em um estágio inicial deste processo, a criança só consegue fornecer o resultado correto de uma multiplicação mediante o uso da tabuada. Com o tempo, após um longo processo de repetição, estas operações se tornam mecanizadas. (PEREIRA e JUNIOR, 2014, p.530).

A análise do trecho, descrito em Pereira e Junior (2014) nos permite compreender que o desenvolvimento, na ótica de Vigotski, tem como função primordial levar uma pessoa a construir o cognitivo.

#### ✓ **Percepção**

Com relação ao desenvolvimento cognitivo, Vigotski considera que ele começa através da percepção, que faz parte do campo sensor da criança. Embora outros animais possuam a percepção, segundo Vigotski, a percepção humana se desenvolve de uma forma não contínua, e se torna superior à percepção dos animais mais próximos do ser humano. No início da vida, devido às limitações da fala, a criança não é capaz de relatar todos os detalhes registrados por sua percepção, mas segundo Vigotski após um tempo:

Pelas palavras, as crianças isolam elementos individuais, superando, assim, a estrutura natural do campo sensorial e formando novos (introduzidos artificialmente e dinâmicos) centros estruturais. A criança começa a perceber o mundo não somente através dos olhos, mas também através da fala. Como resultado, o imediatismo da percepção "natural" é suplantado por um processo complexo de mediação; a fala como tal torna-se parte essencial do desenvolvimento cognitivo da criança. (VIGOTSKI, 1991, p.25).

Dentre os conceitos apresentado por Vigotski, a percepção é essencial para o desenvolvimento cognitivo. Em seu trabalho sobre percepção, Vigotski usa figuras com o objetivo de avaliar a percepção das crianças.

#### ✓ **Mediação**

Para compreender a aprendizagem mediada pelo professor segundo a abordagem de Vygotsky, torna-se fundamental estudar o próprio conceito de mediação e, para tanto, é necessário enfatizar, em primeiro lugar, que Vygotsky (1998, 2007) não acredita no desenvolvimento cognitivo dissociado do meio em que o sujeito está inserido. Ou seja, o contexto social, histórico e cultural influencia diretamente no desenvolvimento dos sujeitos e, portanto, do aluno. Pode-se dizer, a partir da leitura de Vygotsky (2007), que esse contexto sócio-cultural não apenas influencia o desenvolvimento dos sujeitos, mas sim que o mesmo constitui os próprios sujeitos, sem ele não há sujeitos.

Portanto, o sujeito, a partir de suas relações sociais e culturais, constrói a si mesmo e seu conhecimento, o qual recebe estímulo constante do mundo externo, podendo este ser representado pelo professor ou por outros personagens das

relações sociais. Destaca-se, assim, o quanto o ambiente e os estímulos advindos das trocas sociais podem proporcionar o desenvolvimento do sujeito, bem como sua aprendizagem.

No entanto, aprendizado não é desenvolvimento, mas o aprendizado quando bem-organizado resultará no desenvolvimento mental da criança. Afinal, para Vygotsky (2007), a aprendizagem pode sempre levar ao desenvolvimento, não o contrário. O desenvolvimento psicológico e cognitivo somente é possível quando ocorre internalização de sistemas sociais e culturais como a linguagem, signos e símbolos. Então, primeiramente, é preciso que haja uma aprendizagem, sempre mediada, destes sistemas sociais e, da internalização destes, decorre o desenvolvimento. Por isso, afirma-se, categoricamente, que em Vygotsky (2007), primeiro ocorre sempre a aprendizagem, depois e decorrente dela, ocorre o desenvolvimento psicológico. Quanto a estas relações, Vygotsky (2007, p. 104) traz uma importante ressalva:

Embora o aprendizado esteja diretamente relacionado ao curso do desenvolvimento da criança, os dois nunca são realizados em igual medida ou em paralelo. O desenvolvimento das crianças nunca acompanha o aprendizado escolar da mesma maneira como uma sombra acompanha o objeto que o projeta. Na realidade, existem relações dinâmicas altamente complexas entre os processos de desenvolvimento e de aprendizado, as quais não podem ser englobadas por uma formulação hipotética imutável.

Assim, pode-se afirmar que o aprendizado torna possível o desenvolvimento cognitivo, além de tornar possível também todo nosso conhecimento coerente. E, nesta direção, pode-se dizer que o papel do professor é fundamental na construção do aprendizado, pois é ele quem pode impulsionar aprendizagens e, portanto, desenvolvimento psicológico e cognitivo dos sujeitos aprendentes.

#### ✓ **Interação social**

A interação social faz parte de toda a obra de Vigotski. É nela que o ser humano encontra suporte para ultrapassar os seus obstáculos e este fenômeno acontece desde a mais tenra idade, como nos mostra Vigotski em seu relato:

Diante de tal desafio, aumenta o uso emocional da linguagem pelas crianças, assim como aumentam seus esforços no sentido de atingir uma solução mais inteligente, menos automática. Elas procuram verbalmente um novo plano de ação, e a sua verbalização revela a conexão íntima entre a fala egocêntrica e a socializada. Isso é mais bem notado quando o experimentador deixa a sala ou não responde aos apelos de ajuda das crianças. Uma vez impossibilitadas de se engajar numa fala social, as crianças, de imediato,

envolvem-se na fala egocêntrica. (VIGOTSKI, 1991, p.22).

Segundo Vigotski, no início de um desafio a primeira ação da criança é pedir ajuda a uma pessoa, que na visão desta tem capacidade de auxiliar nesta dificuldade. Somente depois de ter certeza de que não terá ajuda é que ela começa a pensar e articular uma solução.

Para Vygotsky, a interação com o meio está diretamente ligada ao nosso desenvolvimento cognitivo. Em outras palavras, o desenvolvimento acontece de fora para dentro, a partir do momento em que a criança internaliza suas interações com o ambiente e com outros indivíduos.

De acordo com o teórico, todos nós nascemos com funções psicológicas elementares, e são nossas experiências e interações que nos permitem aprimorá-las. A partir daí, nos tornamos aptos a desenvolver um comportamento consciente e planejado, com pensamentos abstratos e ações propositais.

A teoria também destaca a linguagem como o nosso principal instrumento de representação simbólica. É a partir dela que conseguimos interagir, nos comunicar e nos fazer entender e mesmo ela só é desenvolvida com o aprendizado. Ainda que tenhamos condições biológicas de falar desde o nascimento, só conseguimos ter consciência e discernimento sobre a fala quando aprendemos com os membros da comunidade.

E como tudo isso se encaixa em nosso contexto atual?

Dois mil e vinte, sem dúvida, não foi um ano fácil para a educação. As interações e o contato que as crianças tinham (ou começariam a ter) com seus professores e colegas precisaram ser drasticamente modificados. Isso sem dúvida se reflete no aprendizado e na compreensão de mundo desses indivíduos. Afinal, é no ambiente escolar que começamos a associar nossas ações com o ambiente no qual estamos inseridos. E o professor, em seu papel de mediador, tem participação fundamental nesse processo.

Segundo Vygotsky, a criança precisa ser estimulada por atividades específicas para que haja o aprendizado, tendo a escola como esse espaço de vivência e o educador como elo entre aluno e conhecimento disponível.

O principal papel do professor é saber identificar a capacidade que cada aluno tem de fazer algo sozinho e o que ele tem potencial de aprender. O caminho entre essas duas habilidades é o que Vygotsky chama de zona de desenvolvimento

proximal, um de seus principais conceitos. O educador, portanto, deve achar meios de explorar esse potencial de aprendizado a partir do cotidiano do aluno, promovendo avanços que não aconteceriam sem a sua mediação.

Aqui é importante estar atento à capacidade de cada aluno. O estímulo deve ser suficiente para que ele atinja níveis de compreensão que ele ainda não domina, mas sem ultrapassar os seus limites pessoais para que ele não se sinta inferior ou incapaz de aprender. O contrário também é válido: com o ensino de algo que o aluno já domina vem o desinteresse e a desmotivação.

Veja exemplos de como aplicar a teoria na rotina de sala de aula:

- Estimule a interação entre colegas: ainda que a mediação do professor seja um dos principais pontos destacados pela teoria, a interação da criança com seus pares não deve ser negligenciada. Essa troca é importante para a geração de novos aprendizados e experiências e para que o aluno não se sinta sozinho durante esse processo.
- Proponha experiências diferentes para os alunos: desafiar os alunos a desenvolverem novas habilidades contribui para a ampliação de suas estruturas cognitivas. Isso pode ser potencializado com atividades diferentes das que eles realizam diariamente em sala de aula. Por exemplo: um debate não é apenas um meio de checar o conhecimento dos alunos, mas também um exercício que estimula a reflexão e argumentação.
- Oriente a construção de ambientes participativos e colaborativos: trabalhos em grupo são uma boa forma de estimular a construção de conhecimento conjunto. É papel do professor mediar essa dinâmica de forma que todos os alunos cooperem e tenham participação ativa no resultado final.

Aqui é importante estar atento à capacidade de cada aluno. O estímulo deve ser suficiente para que ele atinja níveis de compreensão que ele ainda não domina, mas sem ultrapassar os seus limites pessoais para que ele não se sinta inferior ou incapaz de aprender.

No momento em que se fala de aprendizagem, devemos ter em mente que as pessoas aprendem de forma diferente. A aprendizagem ocorre de forma evolutiva, onde um assunto é interiorizado de diferentes modos pelos sujeitos que recebem uma determinada informação. Entretanto, é de conhecimento comum, que os alunos

aprendem mais rapidamente se os conceitos forem apresentados de uma forma que lhes traga prazer.

A literatura nos sugere vários métodos que auxiliam na motivação dos alunos. Entre os principais podemos citar as atividades lúdicas, pois além de prenderem a atenção dos alunos, possibilitam a construção colaborativa favorecendo o desenvolvimento da aprendizagem. Segundo Martins (2007), tratam-se de estratégia didática facilitadora na compreensão de conceitos, modelos e teorias.

A formação de conceitos, por sua vez, pode ser discutida em termos da teoria vigotskiana. Para Vigotski a formação de conceitos está relacionada a forma que os conteúdos são apresentados. Segundo o autor:

A memorização das palavras e a sua relação com determinados objetos, por si só, não conduz à formação do conceito: para que o processo comece terá de surgir um problema que não possa ser resolvido doutra forma, a não ser pela formação de novos conceitos. (VIGOTSKI, 2002, p.41).

Em alguns momentos percebe-se que ao se cobrar uma resposta do aprendiz, surge uma resposta híbrida, ou seja, existe nesta resposta uma parte da resposta científica misturada com conceitos adquiridos pelo aluno durante a sua formação. Segundo Vigotski, este é um fenômeno natural, pois:

a gênese dos conceitos é um processo criativo e não mecânico e passivo; que um conceito surge e toma forma no decurso de uma complexa operação orientada para a resolução do mesmo problema, e que a simples presença das condições externas que favorecem uma relação mecânica entre a palavra e o objeto não basta para produzir um conceito. (VIGOTSKI, 2002, p.41).

Nas palavras de Vigotski a pessoa não recebe o conceito de uma forma passiva, mas de forma que o conhecimento recebido sofre mudanças e adaptações, o que pode ser visto em sala de aula nas respostas de alguns alunos.

Vigotski, assim como Zabala, nos traz a reflexão de que somente a repetição de um conceito de uma forma mecânica não basta para dizer que o aluno aprendeu. Segundo o autor, “a aprendizagem implica uma compreensão que vai muito além da reprodução de enunciados” Zabala (1998, p.43).

Então, para Zabala e Vigotski os conceitos não podem ser transmitidos de uma maneira onde o aluno simplesmente decore o conceito. Para Zabala os conceitos devem ser transmitidos através de:

atividades complexas que provocam um verdadeiro processo de elaboração e construção pessoal do conceito. Atividades experimentais que favoreçam que os novos conteúdos de aprendizagem se relacionem substantivamente com os conhecimentos prévios; atividades que provocam uma forte atividade mental que favoreça estas relações; atividades que outorguem significado e funcionalidade aos novos conceitos e princípios; atividades que supunham um desafio ajustado as possibilidades reais, etc. Trata-se sempre de atividades que favoreçam a compreensão do conceito a fim de utilizá-lo para a interpretação ou o conhecimento de situações, ou para a construção de outras ideias. (ZABALA, 1998, p.43)

Vigotski comenta:

O adulto não pode transmitir à criança o seu modo de pensar. Apenas lhe fornece o significado já acabado de uma palavra, em torno do qual a criança forma um complexo – com todas as peculiaridades estruturais funcionais e genéticas do pensamento por meio de complexos, mesmo quando o produto do seu pensamento é na realidade idêntico, pelo seu conteúdo, a uma generalização que poderia ter sido obtida por meio do pensamento conceptual. A semelhança externa entre o pseudo-conceito e o conceito real, que torna muito difícil pôr a nu este tipo de complexos é um dos mais importantes obstáculos para a análise genética do pensamento. (VIGOTSKI, 2002, p.50).

Vigotski também comenta sobre a formação dos conceitos:

Para formar esse conceito é também necessário abstrair, isolar elementos e ver os elementos abstraídos da totalidade da experiência concreta em que se encontram mergulhados. Na genuína gênese dos conceitos é tão importante unificar como separar: a síntese tem que combinar-se com a análise. (VIGOTSKI, 2002, p. 55)

Considerando as palavras de Zabala e Vigotski, as atividades de sala de aula devem ser diferenciadas no sentido de buscar fazer com que o aluno desenvolva a compreensão dos conceitos e não somente o acúmulo de informação que ocorre normalmente quando o aluno decora um conceito ou fórmula.

#### **4. DESCRIÇÃO DA METODOLOGIA E APLICAÇÃO DO PRODUTO**

Do referencial teórico de Vigotski, verificamos que a brincadeira é essencial para o desenvolvimento da criança e do jovem, pois esta é a fase em que a criança

se relaciona com seus pares, propõe soluções e compartilha ideias sobre o mundo que a cerca. Então, buscamos elaborar dois jogos capaz de possibilitar situações de aprendizagem de física.

O significado da palavra jogo vem do latim “*jocus*” que significa gracejo, brincadeira e divertimento. O conceito de jogo consiste em uma atividade física ou intelectual formada por um conjunto de regras e define um indivíduo (ou um grupo) como vencedor e outro como perdedor. Os jogos podem ser utilizados para fins educacionais para transmitir o sentido de respeito às regras e a mensagem de que, em uma disputa entre adversários, haverá sempre um que perde e outro que ganha. O jogo proporciona aos alunos uma fascinação, um olhar diferenciado a partir do qual ele tem vontade e prazer de ampliar seus conhecimentos de forma diferenciada e atrativa. Como os próprios alunos relataram em um questionário que foi aplicado a eles. Lima (2008) interpreta o jogo como

[...] atividade física ou mental, organizada por um sistema de regras que definem perda ou ganho [...] conjunto de regras que devem ser observadas quando se joga [...] atividade de natureza histórica e social, motivada por uma atitude voluntária, prazerosa, de persistência e submissão às regras e aos resultados. (p.36-59)

O jogo tem o potencial de estimular a mente ou a parte física, de acordo com o jogo que está jogando. Essas estimulações ajudam no desenvolvimento das habilidades práticas e servem como forma de exercício, além do fato que realizam um papel educativo em que as regras a serem seguidas ampliam a socialização dos alunos. Dessa forma, a atividade lúdica, em formato de jogos, pode ser definida como “o conjunto de atividades as quais o organismo se entrega principalmente ao prazer da própria atividade” (KAMII E DEVRIES, p.29).

Portanto, os jogos podem ser utilizados tanto para melhorar as habilidades dos estudantes quanto para desenvolver conhecimentos educacionais, os chamados jogos didáticos, como instrumentos facilitadores de integração, da sociabilidade e da aprendizagem. Os jogos didáticos são ferramentas de apoio ao ensino, e este tipo de prática de ensino leva o aluno a explorar sua criatividade, tendo, assim, grande importância para a construção de uma sociedade melhor, uma vez que os tornam capazes de fazer novas descobertas e invenções e, conseqüentemente, de provocar mudanças na sociedade.

Os jogos podem ser utilizados como instrumentos importantes para o processo

de ensino-aprendizagem de um aluno, pois podem se constituir como ponto de início para a construção do conhecimento. Desse modo, o jogo didático é um jogo cujas finalidades são educativas. Esses jogos ajudam nos desenvolvimentos psicológico, físico, intelectual e social do aluno, ademais que estimulam o impulso natural do aluno ao aprendizado. Entende-se, assim, que o jogo didático é um ótimo recurso didático-pedagógico, o qual, quando formulado e aplicado, é uma ferramenta poderosa no processo educacional. Acreditamos que o jogo pode assumir, na sala de aula do ensino médio, particularmente nas aulas de Física, duplo objetivo: o de ensinar e o de divertir.

Os jogos educacionais voltados para a Física podem ser bastante simples como os de exercícios e práticas, mas podem ser ambientes de aprendizagem ricos e complexos. Seus principais objetivos são: despertar o interesse dos alunos pelos conteúdos e criar um ambiente propício para a aprendizagem. Os jogos educacionais, são boas ferramentas de ensino para estudantes que têm dificuldades de aprendizagem, pois estes, vão gradativamente modificando a imagem negativa do ato de conhecer, tendo uma experiência em que aprender é uma atividade interessante e desafiadora. (PEREIRA, FUSINATO E NEVES, 2009, p.15-17)

Finalizando com essa citação de Pereira, Fusinato e Neves (2009), explanamos, nossa intenção com o uso dos jogos didáticos no ensino de Física no ensino médio.

#### **4. 1. A criação do jogo**

É possível afirmar que as propostas avaliativas vigentes em muitas instituições educacionais se destinam ao treinamento mecânico do aluno para assimilar muitas respostas certas em um curto espaço de tempo, visando treiná-los para as provas do Governo e o ENEM, sendo está uma tarefa que geralmente é executada de forma mecânica e, às vezes, sem utilizar o menor raciocínio, visto que o aluno reproduz um conhecimento que, para ele, não tem significado algum.

De forma infeliz, essa prática é motivada por processos avaliativos em âmbito nacional, como é o caso do Exame Nacional do Ensino Médio (Enem), que, apesar de possibilitar uma relação transversal entre as áreas do conhecimento, engessa os conteúdos a serem trabalhados em sala de aula. Sendo traçadas pela Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, as avaliações aqui propostas são de caráter

somativo e recursivo, ou seja, serão avaliadas todas as manifestações do aluno capazes de evidenciar a aprendizagem significativa (LEMOS 2005, p. 47). E o novo ensino médio tende a romper com essa maneira mecanizada tradicionalista que tomou conta da educação por muitos anos.

A ideia central a ser trabalhada consiste na elaboração de um jogo no qual os alunos irão criar regras, analisar estratégias, testar a experiência, jogar o próprio jogo e obter os próprios resultados e compara-ló a uma aula expositiva dialogada tradicional. A necessidade dessa elaboração decorre do fato de que, atualmente, os conteúdos ministrados nas escolas nem sempre mostram a relação e a importância da Física e da Matemática no cotidiano. Com isso, os alunos não conseguem assimilar que, de fato, as formulações e os cálculos matemáticos utilizados na Física são consequência de uma minuciosa análise sistemática dos dados experimentais, realizados com embasamentos teóricos relacionados à interpretação dos fenômenos naturais que estão sendo observados.

O desenvolvimento desse jogo deve ser executado em sala de aula, sendo aplicado pelos próprios alunos, como parte da nossa estratégia adotada para modificar o cenário das aulas de Física, maçantes e desestimulantes devido à grande dificuldade em apreender que os alunos têm no básico da Matemática e da Física. Dessa maneira, trazemos e exploramos a ideia de que aprender Física e Matemática não somente consiste em saber usar uma certa coleção de fórmulas.

Sabe-se que a bagagem de conhecimento que os alunos possuem se mostra muito eficaz quando trabalhamos focados em estimular no aluno seu interesse pelo aprendizado. Nesse sentido, ao utilizar um jogo, entendemos que é similar ao uso da experimentação, pois coloca o aluno com a “mão na massa”, o que, para essa geração de nativos digitais, pode ser trivial, porém pouco familiar. Isso poderá, além de tornar as aulas mais descontraídas, despertar a curiosidade dos estudantes, incentivando-os a procurar entender melhor os fenômenos físicos mostrados no próprio jogo.

Enfatizamos que esta tentativa está em total acordo com a visão de diferentes autores quanto ao uso da experimentação [EIRAS, 2011, FONSECA et al., 2011; PIETROCOLA, 2005; ARAÚJO E ABIB, 2003; MOREIRA E AXT, 1992]. De acordo com Araújo e Abib (2003):

No que se refere ao grau de direcionamento das atividades, acredita-se que, de um modo geral, a utilização adequada de diferentes metodologias experimentais, tenham elas a natureza de demonstração, verificação ou investigação, pode possibilitar a formação de um ambiente propício ao aprendizado de diversos conceitos científico sem que sejam desvalorizados ou desprezados os conceitos prévios dos estudantes.

Em outras palavras, as atividades experimentais podem de fato levar a questionamentos sobre os resultados verificados, a partir da observação na “prática”, podendo também ser usada para se discutir com os alunos os processos de descobertas científicas que resultaram nos conteúdos que são estudados. Além disso, os questionamentos levantados com o jogo podem levar o aluno a verificar e entender a importância do conteúdo discutido na sala de aula e vinculá-lo com aquilo que acontece no seu dia a dia em relação a como isso pode contribuir para sua vida e para sua formação acadêmica.

Ao realizar o jogo procurando obter as respostas condizentes com a teoria que descreve os fenômenos envolvidos, o conteúdo será mais bem assimilado pelo estudante e, conseqüentemente, contribuirá para aperfeiçoar suas qualificações e, mais ainda, seu envolvimento com a Física. O incentivo para que o aluno realize um procedimento consiste em possibilitar a ele a descoberta, desenvolvendo hipóteses, projetando, realizando e testando os conceitos. Com isso, ele desenvolve sua capacidade de abstração e, concomitantemente, seu poder de observação e reflexão, tornando-se mais hábil na resolução de problemas sem a necessidade de apelar para o uso da “decoreba”, que lhe é imposto atualmente.

Assim, considerando a importância da experimentação, propomos uma sequência didática que utiliza a criação de um jogo com a finalidade de trabalharmos com física estatística no ensino médio. Esta sequência didática, que envolve a criação de um jogo, será construída para ser usada como ponto de partida para a investigação dos fenômenos estatísticos e probabilísticos, e, também, para mostrar aos alunos que a Física e a Matemática são ciências de natureza intrinsecamente práticas, deixando claro que estas propostas de atividades práticas não são apenas motivacionais e voltadas para uma simples diversão, mas são um estímulo a mais voltado para o aprendizado.

Experimentos podem e devem aguçar a capacidade de observação dos alunos,

estimular perguntas e ajudar a desenvolver uma nova metodologia da compreensão do objeto de estudo. Ao compreender como o mundo funciona, os alunos podem tornar-se pessoas mais ricas em profundo conhecimento geral e hábeis em amplo aspecto e com menos dificuldades futuras no mundo que os rodeia.

Portanto, nossa proposta de um produto educacional consiste em que os alunos elaborem regras para um jogo no qual o professor irá repassar alguns passos para sua realização, e, em contrapartida, os alunos deverão discutir e/ou produzir novas regras e entrar em comum acordo a respeito das regras criadas por eles para a realização do jogo proposto pelo professor. Após a execução e o término do jogo, deve ser aplicado o conteúdo específico de Física Estatística, com o professor analisando os resultados junto aos alunos.

#### **4.2. Metodologia**

Para aplicar o projeto aqui proposto e atingir os objetivos deste trabalho, é aconselhável aplicá-lo em turmas do ensino médio pois espera-se que os alunos já tenham noção de deslocamento, força de atrito, ângulos, noção de estatística e probabilidade.

É considerado importante o uso do Currículo Referência da Rede Estadual de Educação do Estado onde você estiver trabalhando, para tornar a rede estadual de ensino do estado um sistema de alto nível de desempenho. O currículo em questão lida com fenômenos comuns do cotidiano, que podem surgir a partir de experiências simples, e estas permitem estabelecer relações entre fenômenos naturais e conceitos fundamentais da Física. Sendo assim, o desenvolvimento dos jogos, a princípio, foi realizado no 3º Ano do Ensino Médio do Colégio Estadual Dom Pedro I em Aparecida de Goiânia.

Esse trabalho foi pensado para ser executado em aulas de 50 minutos conforme detalhadas no roteiro presente nesse produto educacional da dissertação intitulada “MOTIVAÇÃO E PERCEPÇÃO DA APRENDIZAGEM DE ALUNOS DO ENSINO MÉDIO APÓS A ABORDAGEM DA ESTATÍSTICA POR MEIO DE EXPERIÊNCIAS E DA AULA EXPOSITIVA DIALOGADA”. A quantidade de aulas pode sofrer variação dependendo do número de alunos que irão participar de todo o processo.

### **4.3. Elaboração do guia didático sobre a criação e utilização dos jogos como experimento no ensino de física**

Um guia didático, segundo Torrens e Arbolaez (2020), é um recurso pedagógico que pode ser utilizado por professores com diferentes finalidades. Esse material pode ser impresso ou disponibilizado de forma virtual, auxiliando os professores no planejamento de suas aulas, orientando e direcionando suas ações, e, além disso, permitindo uma interação dialética entre as pessoas envolvidas no processo de aprendizagem e os componentes personalizados que são utilizados para alcançar os objetivos pretendidos.

De acordo com esses autores, existe uma variedade de formas e de contextos relacionados aos guias didáticos, porém, eles estabelecem uma estrutura geral para a elaboração desse tipo de material pedagógico, como, por exemplo, título do assunto que será abordado, introdução, descrição sobre o conteúdo, objetivos pretendidos, atividades pedagógicas para serem realizadas pelo(a) professor(a) em sala de aula como sugestão, diferentes formas de avaliações, referências bibliográficas e anexos, no entanto, a estrutura pode ser adaptada e adequada à necessidade e à realidade de cada professor(a).

Tendo esses aspectos em vista, o guia didático sobre utilização dos jogos como experimento no ensino de física foi elaborado seguindo as orientações propostas por Torrens e Arbolaez (2020), com adaptações necessárias à melhor maneira de expor o conteúdo, sendo este material um dos produtos do Trabalho de Conclusão do Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF).

As atividades aqui propostas relacionam os pressupostos da Física Estatística com a Teoria da Aprendizagem Significativa. Nesse sentido, elencamos alguns pilares na construção dessa sequência didática:

- Fazer um resgate dos subsunçores dos alunos antes de iniciar o novo conteúdo;
- Apresentar situações-problemas, durante a sequência didática, aumentando sistematicamente o nível de complexidade;
- Propor atividades integrativas que tornem o estudante protagonista e que o estimulem a refletir;
- Considerar os princípios de diferenciação progressiva e de reconciliação

integradora no momento da apresentação dos conceitos;

- Organizar atividades em grupos;
- Avaliar o estudante durante todo o processo e, também, por meio de uma avaliação final individual, na qual deverão ser propostas situações novas acerca dos conceitos aprendidos.

Como o foco deste trabalho é analisar o aprendizado dos alunos por meio da utilização de jogos como instrumento de ensino aprendizagem, separamos a sequência didática em partes.

Este formato foi adotado a fim de facilitar o acesso e o compartilhamento do material pedagógico com professores da rede pública e particular de ensino nas diversas regiões do país, pois, dessa maneira, pode ser facilmente armazenado, ocupando pouco espaço no computador, no celular ou no armazenamento em nuvem, podendo ser consultado de forma rápida e descomplicada.

Cabendo ressaltar também que o material produzido fará parte do acervo da Biblioteca Virtual da Universidade Federal de Goiás (UFG) regional UFCAT.

O guia didático propriamente dito foi desenvolvido com o auxílio do software Microsoft Word.

#### **4. 4. Guia didático**

##### **Aula 1: Introdução à importância de utilizar jogo no processo de ensino aprendizagem**

**Duração:** 2 aulas de 50 minutos

**Tema:** Jogos

**Objetivo geral:** apresentar aos alunos os conceitos de jogos sendo utilizados para o aprimoramento do ensino aprendizagem.

##### **Objetivos específicos:**

- Conhecer alguns jogos que são utilizados como processo de ensino aprendizagem
- Entender os conceitos que podem ser extraídos das aplicações dos jogos

## Desenvolvimento

Nessa primeira aula o professor dará uma noção aos alunos dos conceitos de jogos. O aluno deverá ser capaz de perceber a utilização dos jogos como um instrumento de aprimoramento do ensino aprendizagem. Além disso, será capaz de conhecer alguns tipos de jogos que podem ser utilizados para o processo de ensino aprendizagem.

Os professores de Física têm um desafio de explorar estes conhecimentos prévios dos alunos em sala de aula. Na literatura científica, encontram-se pesquisas que usaram os jogos como uma prática para melhorar o ensino de Física (Pereira; Fusinato; Neves, 2009; Veiga; Dias; Cruz, 2015; Dias; Veiga; Cruz, 2015; Fontes et al., 2016; Almeida et al., 2017; Araújo; Santos, 2018). Outros trabalhos produziram jogos didáticos digitais usando um *software*, uma plataforma etc. explorando esse mundo virtual que os alunos têm utilizado e discutindo diariamente (Hornes et al., 2009; Santos, 2014; Lima et al., 2015; Leal; Oliveira, 2019; Siqueira et al., 2019). Nascimento, Benedetti e Santos (2020, p. 25.911) também explorou essa prática voltada para o ensino de ciências:

O uso de ferramentas interativas, como os jogos digitais, promove um grande enriquecimento para o ensino, pois pode aproximar os conceitos que precisam ser apreendidos, neste momento como ser vivo, vírus, vacina, plasma, prevenção a doenças, mapa mundi, tabelas, gráficos, amostragem, entre outros, de maneira mais dinâmica e proporcionar aos educandos uma aproximação do conteúdo a ser ensinado de sua realidade.

Nesse sentido, o caráter lúdico do jogo cria um ambiente tranquilo e agradável que dá oportunidade aos alunos de mudar o olhar negativo que ele possa ter da Física, demonstrando que não consiste apenas em fórmulas matemáticas, alcançando uma aprendizagem satisfatória. Com isso, vale ressaltar que, tais práticas pedagógicas lúdicas têm-se tornado, assim, mais adequadas para o ensino, como reforça Falkemback (2007, p. 1, apud Santos et al., 2016):

Os jogos, as atividades para exercitar a habilidade mental e a imaginação, as brincadeiras tipo desafios, as brincadeiras de rua, ou seja, toda a atividade lúdica agrada, entretém, prende a atenção, entusiasma e ensina com maior eficiência, porque transmite as informações de várias formas, estimulando diversos sentidos ao mesmo tempo e sem se tornar cansativo. Em um jogo, a carga informativa pode ser significativamente maior, os apelos sensoriais

podem ser multiplicados e isso faz com que a atenção e o interesse do aluno sejam mantidos, promovendo a retenção da informação e facilitando a aprendizagem. Portanto, toda a atividade que incorporar a ludicidade pode se tornar um recurso facilitador do processo de ensino e aprendizagem.

Essa aula será importante para o entendimento da utilização do jogo como um processo que possa facilitar no desenvolvimento do aluno sob as perspectivas criativa, afetiva, histórica, social e cultural. Jogando, o aluno inventa, descobre, desenvolve habilidades e experimenta novos pontos de vista.

O professor, pode falar a respeito de dois artigos que sugerem jogos de física. O primeiro é o trabalho de Pereira, Fusinato e Neves (2009). Eles desenvolvem um jogo educativo para ser aplicado nas escolas e que se refere aos temas encontrados no currículo da disciplina de física do ensino médio brasileiro. Trata-se de um jogo de tabuleiro, identificado por meio de exemplos: jogo de damas, trilha, gamão, xadrez, banco imobiliário, detetive etc. Para os autores, jogos com essa natureza possibilitam uma formação mais completa do que aqueles elaborados para execução em computadores ou de forma eletrônica, pois permitem interações mais reais do ponto de vista da vida futura do estudante em sociedade. No entanto, eles afirmam que os jogos de computador são mais dinâmicos, interativos, estimulantes e desafiadores, características que acabam fazendo com que os jogos educativos não sejam vistos como empreendimento sérios para utilização em escolas. Segundo os autores, essa crítica se justifica quando os jogos não trazem abordagens metodológicas, sem as quais as vantagens pedagógicas são minimizadas. Contudo, as vantagens mencionadas nesse trabalho parecem estar centralizadas na criação de motivações para a aprendizagem científica: “A simples aplicação [dos jogos], sem nenhuma abordagem metodológica sobre eles pode não conseguir motivar os alunos que poderão entendê-los como simples artefatos usados para “matar aula” (p. 15). Em outro momento, também as afirmações dos autores parecem apontar para a centralidade das motivações:

“Os jogos educacionais voltados para a Física podem ser bastante simples como os de exercícios e práticas, mas podem ser ambientes de aprendizagem ricos e complexos. Seus principais objetivos são: despertar o interesse dos alunos pelos conteúdos e criar um ambiente propício para a aprendizagem”. (PEREIRA, FUSINATO, NEVES, 2009, p.15-16)

É o que também parece acontecer quando eles afirmam que os jogos são boas

ferramentas de ensino para estudantes que têm dificuldades de aprendizagem, pois estes “vão gradativamente modificando a imagem negativa do ato de conhecer, tendo uma experiência em que aprender é uma atividade interessante e desafiadora” (p.17). Considerando dessa forma, eles afirmam:

“Um jogo educativo é mais um material didático de apoio que o professor pode ter à sua disposição. Sozinho, seu potencial educacional é baixo, entretanto, quando aliado a outras práticas pedagógicas (aulas expositivas, trabalhos em grupos, monitorias etc.), seu potencial verdadeiro é revelado”

Ou seja, o jogo não tem potencial para aprendizagem, mas para criar ambientes de aprendizagem e, para isso, os autores apontam que um dos fatores necessários para que o instrumento seja educacionalmente relevante é o visual atrativo a ponto de provocar interesse pelo conteúdo nele veiculado.

Outra proposta de jogo de física é a de Lopes e Vianna (2001). Eles construíram jogos de física com materiais de baixo custo destinados para uso no ensino fundamental. São jogos que parecem oferecer ao trabalho instrucional uma via para atingir o estudante e para proporcionar condições de desenvolver aprendizagem. No entanto, apesar de se mostrarem preocupados com apontamentos que dizem respeito à importância de jogos educativos para o ensino da ciência, não se utilizam de fundamentos didático-pedagógicos de forma explícita na elaboração das regras e da dinâmica dos jogos sugeridos, fazendo com que a própria concepção de que esses instrumentos necessitam ser acompanhados de apreciações fundamentadas em teorias e práticas conhecidas e do campo educacional seja silenciosamente derrubada. Pensamos que isso pode acontecer porque não há referência às teorias educacionais, ou àquelas que comumente são contempladas, por meio de analogias, em estudos desse tipo.

Ao término da aula, o professor pode sugerir aos alunos que pesquisem modelos de jogos que possam ser utilizados em outras disciplinas. Essa pesquisa exigirá que o aluno possa identificar os diferentes tipos de jogos que podem ser aplicados em diversas disciplinas.

## **Aula 2: Construção do primeiro jogo**

**Duração:** 2 aulas de 50 minutos

**Tema:** Construção do Jogo

**Objetivo geral:** Promover os jogos oportunizando a aprendizagem e a socialização. Apresentar aos alunos a importância de eles criarem um jogo.

**Objetivos específicos:**

- Interagir com o grupo na construção das regras
- Resgatar a busca de materiais alternativos na confecção de jogos; como recurso pedagógico
- Ter noção de respeitar as regras do jogo
- Interagir com o outro e aprender a ouvir o outro
- Reconhecer a importância dos jogos

**Materiais necessários para construção do primeiro jogo:**

- Clipe de metal
- Mesa
- Instrumentos para medir, como régua e transferidor
- Cartolina
- Folha de papel seda
- Argila para fixar os palitos de espetinho
- Palito de espetinho
- Linha
- Cola
- Canetinhas coloridas
- Canetão ou giz
- Quadro

**Construção do primeiro jogo**

Na cartolina os alunos devem fazer 60 marcações de um em um centímetro, para facilitar a visualização da medida da distância que o clipe percorrerá sobre a cartolina, uma vez que foi soprado pelo aluno.

Com a argila, eles deverão dividi-la em dois cubos, para utilizar de base.

Fixarão os palitos de espetinho no centro desses cubos de argila.

Em cada palito de espetinho, irá colar um transferidor.

Entre um palito e o outro amarraram uma linha, e nessa linha irão colar um pedaço do papel seda que será cortado aproximadamente na altura da linha até a mesa.

**Figura 2:** Mesa do jogo 1 Fonte: Autoria própria.



### **Aula 3: Criação das regras do primeiro jogo**

**Duração:** 2 aulas de 50 minutos

**Tema:** Criação de regras do Jogo

**Objetivo geral:** Promover os jogos oportunizando a aprendizagem e a socialização. Apresentar aos alunos a importância de eles criarem um jogo.

#### **Objetivos específicos:**

- Interagir com o grupo na construção das regras do jogo
- Resgatar a busca de materiais alternativos na confecção de jogos; como recurso pedagógico
- Ter noção de respeitar as regras do jogo
- Interagir com o outro e aprender a ouvir o outro
- Reconhecer a importância dos jogos

**Criando regras:**

- O professor deve instruir em relação ao fato de que, estando munidos com os cliques de metal, devem colocá-los sobre a mesa da sala de aula e, em seguida, soprar para deslocá-los a certa distância do ponto inicial;
- O professor deve comunicar que criem regras para um jogo.

E para criarem essas regras eles teriam que submeter a algumas análises:

Análise de qual posição ficaria melhor para realizar o sopro, ou seja, agachado, de joelhos, em pé ou de outra maneira;

Se o clipe de metal ficaria virado ou aberto, ou seja, vão ter que estudar uma melhor maneira de posicionar o clipe;

Como seria a marcação na mesa para que obtenham resultados das medidas realizadas após o sopro de cada jogador;

Em princípio, devem resolver a indagação sobre qual é a quantidade de sopros que cada jogador poderia realizar.

Colocar uma pessoa para ir anotando no quadro os resultados da distância alcançada pelo sopro.

Após os alunos apresentarem ao professor as regras estabelecidas por eles, serão convidados a formar grupos para jogar. Com isso eles terão mais uma oportunidade de entender que o jogo vai estar ligado diretamente com o conteúdo que vai ser ministrado pelo professor.

**Aula 4: Apresentação das regras e a execução do primeiro jogo**

**Duração:** 2 aulas de 50 minutos

**Tema:** Apresentação das regras e a execução do Jogo

**Objetivo geral:** Promover os jogos oportunizando a aprendizagem e a socialização. Apresentar aos alunos a importância de eles criarem um jogo.

**Objetivos específicos:**

- Interagir com o grupo na construção das regras

- Resgatar a busca de materiais alternativos na confecção de jogos; como recurso pedagógico
- Ter noção de respeitar as regras do jogo
- Interagir com o outro e aprender a ouvir o outro
- Reconhecer a importância dos jogos

### **Apresentação das regras do Jogo:**

Estas informações são provenientes das regras que os alunos resolveram criar para a realização do jogo. Professor, essas regras podem ser alteradas pelos alunos da sua escola. Cada turma pode criar suas próprias regras, de acordo com as suas especificações.

- I. O clipe de metal ficará aberto e com a ponta de frente ao aluno que vai realizar o sopro.
- II. A posição que o aluno pode ficar para realizar o sopro, seria flexionado. Podendo colocar as mãos próximo a boca para direcionar o sopro.
- III. Será formado grupos de cinco alunos, mesclados entre meninos e meninas.
- IV. Cada participante terá o direito de realizar três sopros.
- V. Um aluno será o responsável em anotar todos os resultados da distância que o clipe percorreu com o sopro do aluno.
- VI. Venceria o jogo a equipe que obtiver um maior somatório das distâncias deslocada pelo clipe em relação à posição inicial.

Logo após executado o jogo, e munido dos resultados anotados no quadro da sala de aula, o professor faz apresentação das definições de conteúdo que seriam trabalhados com apoio do livro didático, mostrando o que foi feito na prática e o que está relacionado na teoria dos livros.

Desta forma, para efetivar a aplicação e maximizar a efetividade deste trabalho, faz necessário a utilização de conceitos elementares de estatística.

### **Probabilidade**

Uma definição de probabilidade utilizada, é que seria uma parte da Matemática em que se calcula as chances de ocorrência de experimentos. Prezada pela existência de um conjunto finito de eventos possíveis ao qual denominamos de amostragem. A

título de exemplificação, podemos considerar uma das atividades que são propostas na sequência didática, objeto deste trabalho: o sopro no clipe de metal. Quando sopramos o clipe há algumas possibilidades de resultados. Desta forma, afirmamos que a amostragem possui vários elementos.

Os resultados de experimentos considerados em uma amostragem com  $n$  possibilidades denominamos variável aleatória. Chamaremos de  $p_i$  a distribuição de probabilidades da variável aleatória. Assumindo que cada evento impede a ocorrência de outro evento no mesmo experimento (mutuamente exclusivo), temos que o conjunto de probabilidades  $p_i$  deve satisfazer algumas condições.

$$0 \leq p_i \leq 1 \quad (1)$$

e

$$\sum p_i = 1 \quad (2)$$

de tal modo que  $p_i = 0$  significa dizer que o evento nunca ocorre e que  $p_i = 1$ , o evento sempre ocorre.

Utilizando-se do exemplo do sopro no clipe, destacado anteriormente, se pretendemos conhecer a probabilidade de que um experimento resulte em  $i$  ou  $j$ , temos que:

$$P_{(i \text{ ou } j)} = P_i + P_j \quad (3)$$

Generalizando para um experimento que envolva mais de dois eventos, temos:

$$P(\text{não ocorrer } i) = 1 - p_i \quad (4)$$

Partindo para o exemplo do sopro do clipe, também destacando a sequência didática, admitindo que um sopro não viciado em que haja simetria entre todos os eventos, a probabilidade de que ocorra um dos resultados é  $p_i = 1/90$ .

De forma equivalente, a probabilidade de tirarmos em um único experimento, os resultados 2 cm e 4 cm, por exemplo, é  $P_{(2 \text{ ou } 4)} = 1/90 + 1/90 = 1/45$ .

Prosseguindo, caso consideremos dois experimentos de modo a assumir a independência entre eles, a probabilidade que tenhamos o evento  $i$ , como resultado do primeiro evento e o evento  $j$ , como resultado do segundo, é dado por:

$$P_{(i e j)} = P_i \cdot P_j \quad (5)$$

Para uma amostragem independente, a probabilidade de obter um resultado  $i$  corresponde à frequência relativa desse resultado (ou evento), quando se realiza um número elevado de tentativas (ou experiências) nas mesmas condições experimentais:

$$p_i = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{n_i}{N} \quad (6)$$

$N \rightarrow$  número total de tentativas (jogadas)

Constantemente, chamamos de “ensemble” o conjunto de  $N$  sistemas idênticos, sendo que estes são medidos uma única vez.

$n_i \rightarrow$  número de vezes que ocorreu o evento  $i$  em  $N$  tentativas (jogadas)

$p_i \rightarrow$  probabilidade estatística do evento  $i$

Podemos conhecer  $p_i$  com maior precisão quanto maior for o número de tentativas  $N$ . De fato, as flutuações observadas para  $p_i$  variam com  $N^{1/2}$ .

### Valores médios

Em muitos casos há uma preferência em descrever a distribuição dos possíveis valores de uma variável a partir do número médio de  $x$ , os quais iremos denominar de  $\bar{x} = \langle x \rangle$ .

Assim,

$$\begin{aligned} \bar{x} &\equiv x_1 p_1 + x_2 p_2 + \dots + x_n p_n \\ &= \sum_{i=1}^n x_i p_i \end{aligned} \quad (7)$$

de forma equivalente, uma função  $f(x)$  de  $x$  terá sua média calculada da seguinte forma:

$$\overline{f(x)} = \sum_{i=1}^n f x_i p_i \quad (8)$$

A partir do exposto, podemos verificar que,

$$\overline{f(x) + g(x)} = \overline{f(x)} + \overline{g(x)} \quad (9)$$

Tendo,  $c$  como uma constante,  $f$  e  $g$  funções de  $x$  obtemos,

$$\overline{cf(x)} = c \overline{f(x)} \quad (10)$$

Fazendo  $f(x) = x^m$ , poderemos definir os momentos da distribuição de probabilidade  $p$  como sendo,

$$\overline{x^m} \equiv \sum_{i=1}^n x_i^m p_i \quad (11)$$

Logo, o valor médio da distribuição de probabilidades é seu primeiro momento.

O desvio de  $x$ , tido como desvio dos valores do experimento em relação ao seu valor médio é definido como,

$$\Delta x \equiv x - \bar{x} \quad (12)$$

Consequentemente,

$$\overline{\Delta x} = \overline{(x - \bar{x})} = \bar{x} - \bar{x} = 0 \quad (13)$$

Já o desvio quadrático, qual seja a extensão da distribuição dos valores dos experimentos em torno da média pode ser conhecido por,

$$\begin{aligned} \overline{\Delta x^2} &= \overline{(x - \bar{x})^2} \\ \overline{\Delta x^2} &= \overline{(x^2 - 2x\bar{x} + \bar{x}^2)} \\ \overline{\Delta x^2} &= \overline{x^2} - 2\overline{x\bar{x}} + \bar{x}^2 \\ \overline{\Delta x^2} &= \overline{x^2} - \bar{x}^2 \end{aligned} \quad (14)$$

Essa grandeza é conhecida como variância. E a raiz quadrada da variância é conhecida como desvio padrão.

Podemos reestruturar a distribuição de probabilidades quando conhecidos os momentos de todas as ordens as quais são definidas como,

$$\overline{x^m} = \overline{(x - \bar{x})^m} \quad (15)$$

## **Aula 5: Explicação dos conteúdos após a execução do jogo**

**Duração:** 3 aulas de 50 minutos

**Tema:** Explicação dos conteúdos após a execução do Jogo

**Objetivo geral:** Promover os jogos oportunizando a aprendizagem e a socialização. Apresentar aos alunos a importância de eles criarem um jogo.

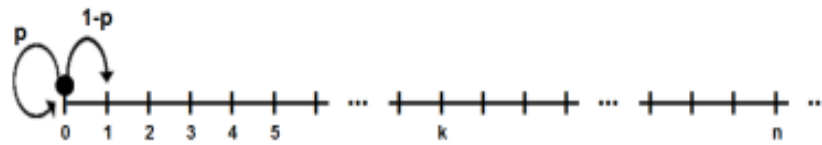
### **Objetivos específicos:**

- Interagir com o grupo na construção das regras
- Resgatar a busca de materiais alternativos na confecção de jogos; como recurso pedagógico
- Ter noção de respeitar as regras do jogo
- Interagir com o outro e aprender a ouvir o outro
- Reconhecer a importância dos jogos
- Estudar aplicações do conteúdo do livro didático com os resultados obtidos através do jogo
- Avaliar a trajetória dos alunos nesse projeto

### **Explicação dos conteúdos após a execução do Jogo:**

Nessa aula o professor munido dos resultados anotados no quadro da sala de aula, faz apresentação das definições de conteúdo que seriam trabalhados com apoio do livro didático, mostrando o que foi feito na prática e o que está relacionado na teoria dos livros com a explicação do seguinte problema.

Considere uma partícula relacionada ao espaço amostral construído a partir da realização do sopro no clipe. A cada instante, a partícula vai para a direita ou permanece em repouso. Assume-se que os resultados de cada instante são independentes e que a partícula tem probabilidade  $p$  de permanecer em repouso e  $(1 - p)$  de se mover para a direita, como mostra a Figura 2 abaixo:



**Figura 3:** Passeio com repouso. Fonte: Autoria própria.

Quer-se calcular a probabilidade de a partícula ocupar exatamente a posição  $k$  no instante  $t = n$ , dado que a partícula começa na posição 0 no instante  $t = 0$ . Também, dado o instante  $t = n$ , quer-se saber a probabilidade de a partícula estar antes da posição  $k$ .

A solução desse problema foi realizada junto com os alunos na sala de aula, onde eles perceberam que através do jogo que criaram poderia ser aplicado o conteúdo de física estatística.

Serão propostos dois métodos para solucionar tal problema.

i) Observe que para a partícula ocupar a posição  $k$ , ela terá que se mover para direita exatamente  $k$  vezes, de modo que ela terá ficado em repouso  $(n - k)$  vezes. Sabe-se que a cada instante a partícula se move para direita ou permanece em repouso, mas para que ela termine em  $k$  no instante  $t = n$ , a partícula deverá se mover para direita no instante  $t = n - 1$ . Os demais instantes podem ser um movimento para direita ou o repouso. Por exemplo, para  $n = 5$  e  $k = 2$ , uma das sequências possíveis é: repouso, repouso, direita, repouso e direita. De modo geral, a quantidade total de sequências será dada pela combinação binomial em que se escolhe  $(k - 1)$  instantes representando movimentos para direita dentre os  $(n - 1)$  movimentos, já que se sabe que o último movimento será para direita. Definindo-se  $X$  como uma variável aleatória que representa o número total de instantes, pelo exposto acima, sua distribuição de probabilidade será:

$$\begin{aligned} P(X = n) &= \binom{n-1}{k-1} p^{n-k} (1-p)^{k-1} (1-p) \\ &= \binom{n-1}{k-1} p^{n-k} (1-p)^k \end{aligned}$$

Observa-se que a probabilidade acima é uma distribuição binomial negativa, cujo valor médio é:

$$E(x) = \frac{K}{1-p}$$

ii) Em outra análise, define-se a variável aleatória  $Y$  tal que

$$Y = \begin{cases} 0 & \text{com prob } p, \\ 1 & \text{com prob } (1-p) \end{cases}$$

Observe que  $Y = 0$  representa repouso, enquanto  $Y = 1$  representa um movimento para direita. Veja que  $Y$  segue uma distribuição de Bernoulli. Pode-se definir uma variável aleatória  $Z$  que representa a posição da partícula no instante  $n$ . Observa-se que a variável aleatória  $Z$  é a soma de  $n$  variáveis aleatórias de Bernoulli independentes, tal soma tem, obviamente, distribuição binomial:

$$Z = \sum_{i=1}^n X_i$$

$$Z \sim \text{Binomial}(n, 1-p)$$

Dessa forma, a probabilidade de a partícula ocupar a posição  $k$  no instante  $n$  será:

$$\alpha = P(Z = k) = \binom{n}{k} (1-p)^k p^{n-k}$$

Propõe-se, como atividade final de sistematização do conhecimento do aluno, o jogo “A Trilha”. O jogo apresenta uma trilha com diversos desafios durante o trajeto, sendo que, para cada um, há uma pergunta relacionada aos conceitos estudados, de modo que cada acerto ou erro gera uma consequência. Pretende-se, mediante essa atividade lúdica, concluir todos os conceitos contemplados na sequência didática e promover um momento de reflexão entre os alunos.

### **Aula 6: Construção do segundo jogo**

**Duração:** 2 aulas de 50 minutos

**Tema:** Construção do Jogo

**Objetivo geral:** Promover os jogos oportunizando a aprendizagem e a socialização. Apresentar aos alunos a importância de eles criarem um jogo.

### Objetivos específicos:

- Interagir com o grupo na construção das regras
- Resgatar a busca de materiais alternativos na confecção de jogos; como recurso pedagógico
- Ter noção de respeitar as regras do jogo
- Interagir com o outro e aprender a ouvir o outro
- Reconhecer a importância dos jogos
- Estudar aplicações do conteúdo do livro didático com os resultados obtidos através do jogo
- Avaliar a trajetória dos alunos nesse projeto

### Materiais necessários para construção do segundo jogo:

O professor pode pedir à coordenação da escola para comprar esses materiais ou pedir para os alunos comprarem e levar para aula.

- E.V.A., uma unidade;
- Folhas sulfite, uma unidade;
- Canetinhas coloridas;
- Dado numérico;
- Tampinhas de refrigerante.

### Construção do Jogo:

#### Modelo de trilha:

- Fazer 40 marcações sequenciais (casas) na folha de EVA e numerá-las de 1 a 40 (ver Figura 4);
- Escolher 14 casas e escrever a palavra: **Desafio**.

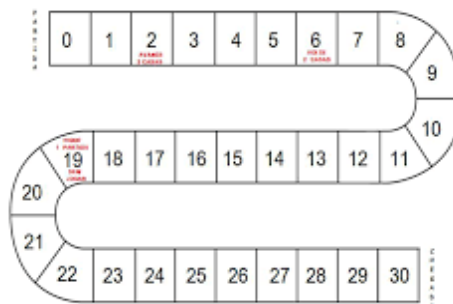
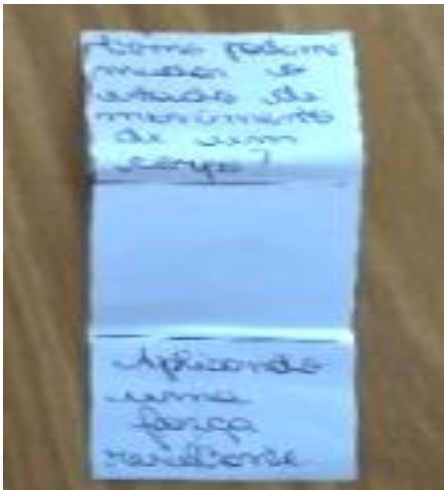


Figura 4: Trilha. Fonte: google.

### Modelo de carta-pergunta:

- Cortar o sulfite em tiras e dobrar em 3 partes iguais;
- Escrever uma pergunta no primeiro espaço relacionado ao conteúdo estudado em relação ao jogo anterior e no último a resposta da respectiva pergunta (ver Figura 5);
- Dobrar as cartas, na seguinte ordem: primeiramente o último quadrado direcionado ao meio e depois o primeiro quadrado direcionado ao meio;
- O número de cartas-perguntas é livre, embora tenham a sugestão que sejam confeccionadas 15 cartas-perguntas.

**Figura 5:** Carta. Fonte: Autoria própria.



**Pergunta:** Como podemos mudar o estado de movimento de um corpo?

**Resposta:** Aplicando uma força resultante

### Modelo de carta-consequência:

- Cortar a sulfite 60 em pequenos quadrados;
- Escrever, em cada um dos pequenos quadrados, uma consequência para o acerto e uma consequência para o erro. Use a criatividade!

### Exemplos:

- Se errar, volte duas casas.
- Se acertar, ande duas casas.
- Se errar, volte quatro casas.

- Se acertar, fique onde está!
- Escolha um colega para responder. Se ele errar, ele deve voltar duas casas. Se ele acertar, você deve voltar duas casas.
- Sem perguntas para você!

As perguntas e respostas que são escritas nos cartões são elaboradas pelos próprios alunos, com isso, eles estão estudando e fazendo exercícios sem perceberem.

Algumas perguntas que foram elaboradas pelos alunos:

- 1) Como podemos mudar o estado de movimento de um corpo?
- 2) Qual a probabilidade de um sopro o clipe mover 12 cm?
- 3) João contou oito medidas de 6 cm. Tendo por base todas as anotações das medidas realizadas pelos estudantes, qual a probabilidade de as medidas terem serem 6 cm?
- 4) Qual a média dos resultados do grupo que você se encontra?
- 5) Qual a mediana dos resultados do grupo que você se encontra?

### **Aula 7: Regras, execução do segundo jogo e questionário**

**Duração:** 2 aulas de 50 minutos

**Tema:** Regras, execução do segundo jogo e questionário

**Objetivo geral:** Promover os jogos oportunizando a aprendizagem e a socialização. Apresentar aos alunos a importância de eles criarem um jogo.

#### **Objetivos específicos:**

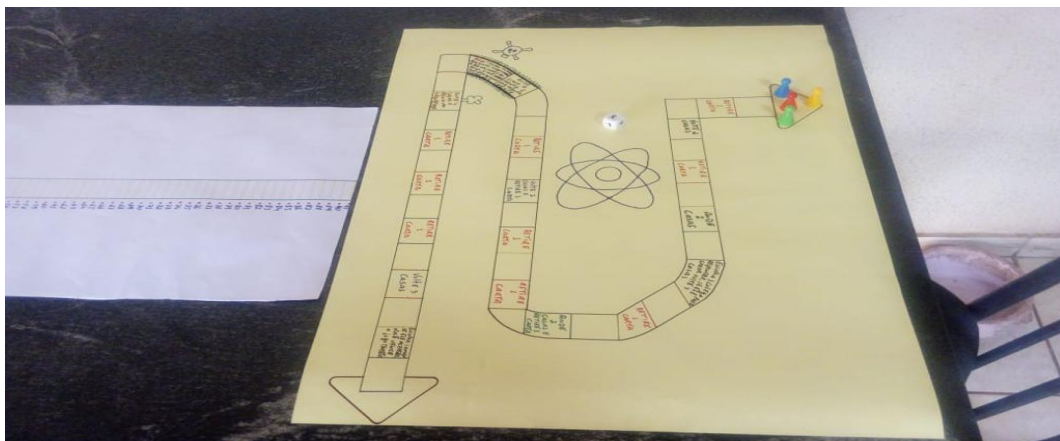
- Interagir com o grupo na construção das regras
- Resgatar a busca de materiais alternativos na confecção de jogos; como recurso pedagógico
- Ter noção de respeitar as regras do jogo
- Interagir com o outro e aprender a ouvir o outro
- Reconhecer a importância dos jogos

## Regras, execução do segundo jogo e questionário

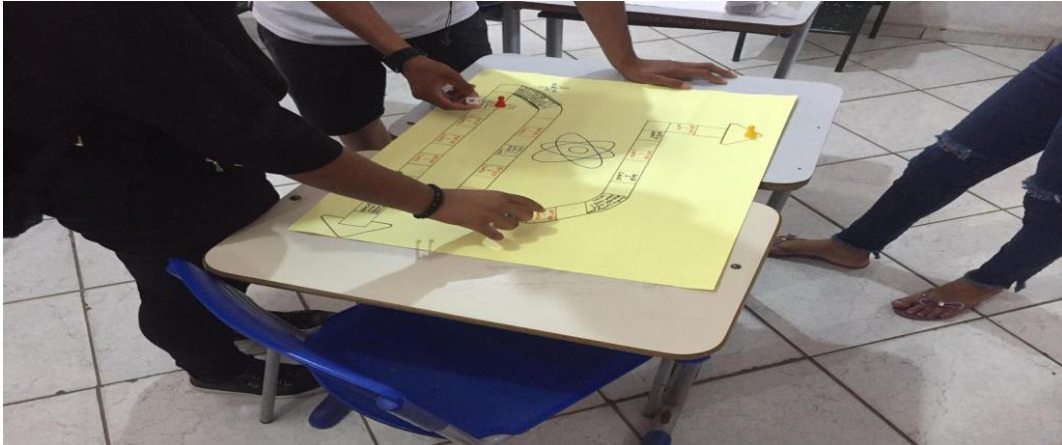
Os alunos propuseram que:

- Número de jogadores: 3 a 7 pessoas.
- Cada jogador deverá ter um marcador próprio de identificação. Podem ser usados, dentre várias outras coisas, apontadores, tampinhas de refrigerante ou mesmo borracha.
- Para iniciar o jogo, cada jogador deve jogar o dado para estabelecer a ordem de jogada. O primeiro jogador será aquele com a maior pontuação e, assim, sucessivamente. Em caso de empate, os jogadores empatados devem jogar o dado novamente.
- Estabelecida a ordem de jogada, cada jogador deverá lançar o dado na sua vez, andando o número de casas correspondente ao número tirado, marcando a casa com seu identificador.
- Se o jogador cair na casa “Desafio”, deverá retirar uma carta-consequência e ler para todos. Em seguida, deverá pegar uma carta-pergunta e entregá-la a outro colega, que irá ler-lhe para o desafiante, ou seja, para o aluno que caiu na casa “Desafio”. Após confirmar se o desafiante acertou ou errou, o jogador desafiante que caiu na casa “Desafio” este deverá obedecer ao mandamento da carta-consequência!
- Cada jogador só tem direito a uma jogada por vez, independentemente se, ao cumprir uma carta-consequência, cair em outra casa desafio!
- O primeiro a chegar ao final, será o vencedor!

**Figura 6:** Trilha. Fonte: Autoria própria.



**Figura 7:** Alunos jogando Trilha. Fonte: Autoria própria.



Foi possível verificar que os alunos não tiveram grandes dificuldades no preenchimento das tabelas (contagem de resultados adquiridos pelos sopros) tampouco nas respostas quando estavam jogando o jogo das trilhas. As mitigadas dúvidas apresentadas se restringiram interpretações textuais as quais foram razoavelmente sanadas.

Essas tabelas e o gráfico foram feitas pelos estudantes, para ajudarem a responder as perguntas do jogo das trilhas.

Medidas dos sopros em cm									
1	12	8	10	13	15	27	21	4	12
13	12	6	1	6	22	8	8	4	12
9	6	6	1	4	9	7	1	10	3
23	7	8	13	6	12	6	3	9	4
Medidas em cm	FA	FR %							
1	4	10							
3	2	5							
4	4	10							
6	6	15							
7	2	5							
8	4	10							
9	3	7,5							
10	2	5							
12	5	12,5							
13	3	7,5							
15	1	2,5							
21	1	2,5							
22	1	2,5							
23	1	2,5							
27	1	2,5							
Total	40	100							

Tabela 1 Fonte: Autoria própria.

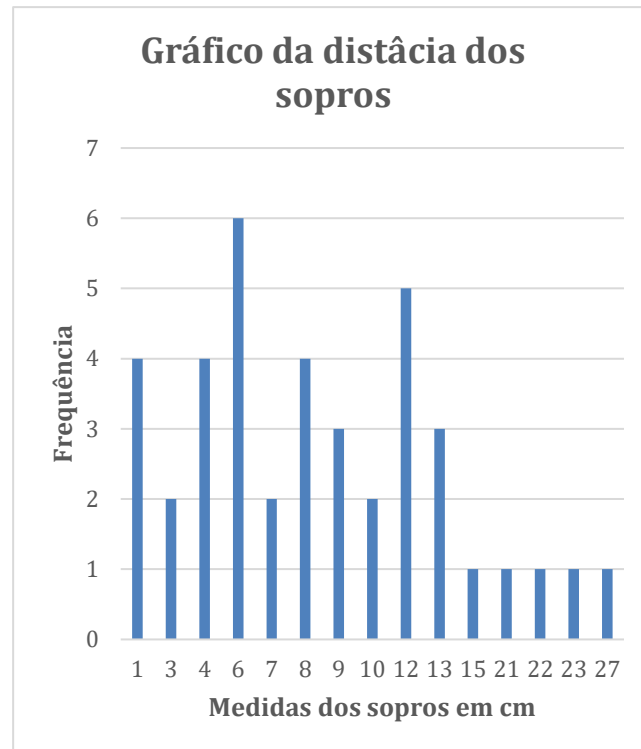


Gráfico da Tabela 1 Fonte: Autoria própria.

## **5. COMPARAÇÃO DA MOTIVAÇÃO E DA PERCEPÇÃO DA APRENDIZAGEM APÓS A ABORDAGEM DE TEMAS REFERENTES À FÍSICA ESTATÍSTICA POR MEIO DOS MÉTODOS DA AULA EXPOSITIVA DIALOGADA E DA UTILIZAÇÃO DE JOGOS**

Este trabalho consistiu em um estudo transversal, qualitativo e quantitativo, realizado com 80 estudantes matriculados na 3ª série do ensino médio, no Colégio Estadual Dom Pedro I, localizado na cidade de Aparecida de Goiânia, em Goiás.

A escolha dessa escola, para a realização da pesquisa, aconteceu pelo motivo de o pesquisador já ser membro do quadro de professores da instituição e, com isso, ter uma maior afinidade com o grupo gestor da instituição, o que, por sua vez, facilitou o desenvolvimento do trabalho.

Os estudantes dessa escola foram convidados a participar voluntariamente da pesquisa desenvolvida com os métodos de ensino adotados. Nesse momento, o professor esclareceu a importância desse tipo de pesquisa para melhorar a qualidade do ensino, como seria a participação dos alunos, quais instituições de ensino estavam envolvidas na proposta do trabalho e os objetivos pretendidos.

O trabalho foi executado no contexto da física estatística por meio dos métodos da aula expositiva dialogada e de jogos.

Por meio de um questionário (APÊNDICE C) adaptado de modelos propostos por Santos *et al.* (2017) e Godinho *et al.* (2017), os alunos, após a abordagem de temas relacionados à física estatística por dois distintos métodos de ensino: aula expositiva dialogada (primeiro momento) e jogos (segundo momento), responderam questões sobre motivação, percepção da aprendizagem, suas percepções e atitudes em relação ao ensino e aos métodos adotados.

O questionário utilizado é constituído por 9 questões objetivas, sendo distribuídas da seguinte maneira: 4 sobre motivação, 3 sobre percepção da aprendizagem e 2 sobre percepções dos estudantes com relação aos dois métodos adotados. Além dessas, havia 2 questões discursivas para que os estudantes pudessem descrever quais os aspectos positivos e negativos observados por eles com relação à aula expositiva dialogada e ao jogo.

Como forma de garantir o anonimato, foi solicitado que os estudantes não escrevessem seus nomes no questionário, uma vez que o objetivo era deixar o estudante o mais confortável possível para expor suas opiniões com relação aos métodos adotados.

Ressalta-se que não foi feita nenhuma intervenção com relação às opiniões dos estudantes na avaliação dos métodos. Assim sendo, para discutir os relatos dos estudantes sobre os métodos, os identificamos por números, e os métodos foram representados com as seguintes siglas: aula expositiva dialogada (AED) e jogos (J), cabendo ressaltar que os estudantes foram selecionados de forma aleatória.

Para a interpretação dos dados obtidos por meio dos questionários com as questões objetivas, as taxas de respostas foram tabuladas no software Microsoft® Excel e comparadas utilizando o teste exato de Fisher (95% IC), considerando valores de  $p \leq 0,05$ , com diferença significativa entre as variáveis aferidas. Já com relação aos dados das questões subjetivas, foi utilizado o software *Iramuteq* ([www.iramuteq.org](http://www.iramuteq.org)) para a construção das nuvens de palavras.

As nuvens de palavras são recursos gráficos utilizados para representar com que frequência um vocábulo aparece ao longo do texto (RAMSDEN; BATE, 2008). Essas ilustrações são feitas com o auxílio de algoritmos, que geram diferentes imagens, com tamanhos e formas variadas, a partir das expressões mais recorrentes no *corpus* de um texto analisado (VASCONCELLOS-SILVA; ARAUJO-JORGE, 2019).

A escolha dessa representação gráfica, para demonstrar o relato dos estudantes nas questões abertas deste estudo, ocorreu pelo motivo de ser um ótimo recurso visual na apresentação e na comparação entre os termos mais utilizados pelos estudantes, pois, nessa esquematização textual, os vocábulos mais frequentes aparecem em maiores tamanhos e são destacados em relação aos demais termos descritos.

Para uma melhor compreensão do contexto das palavras que mais apareceram nas nuvens de palavras, optamos por descrever alguns relatos dos estudantes sobre os métodos avaliados, em que as palavras apareciam, sendo eles descritos logo após a ilustração da sua respectiva nuvem.

### **5. 1. Primeiro momento - Aula expositiva dialogada (AED)**

No primeiro momento, foi realizada uma aula expositiva dialogada com duração de 50 minutos, na qual foram abordados conteúdos relacionados à estatística. Seguindo o calendário escolar do estado de Goiás, a aula expositiva dialogada ocorreu nos meses de outubro e novembro de 2021, no turno vespertino.

A exposição dos conteúdos ocorreu de forma oral, com auxílio de uma sequência de slides preparados por meio do software Microsoft® PowerPoint e projetados em um projetor multimídia do tipo Datashow. Posteriormente, foram escolhidos aleatoriamente, por meio de sorteio simples, 50% do total de alunos para responder o questionário a respeito da motivação e percepção da aprendizagem.

A divisão de 50% da turma para responder ao questionário justifica-se porque os alunos que responderam ao questionário no primeiro momento precisavam ser distintos daqueles que responderam no segundo momento, de modo a evitar que realizassem comparações entre os dois métodos, a fim de que, desse modo, suas concepções não interferissem nos resultados.

### **5. 2. Plickers - Ferramenta utilizada para cadastrar as questões utilizadas e para avaliar o desempenho dos estudantes nas etapas do método ativo**

Para a verificação das respostas, foi utilizado o aplicativo móvel Plickers (<https://www.plickers.com/>), instalado no celular do professor para a leitura dos cartões. O aplicativo consiste em uma ferramenta gratuita, (SILVA; SALES; CASTRO,

2018), e pode ser usada em diferentes equipamentos e dispositivos eletrônicos, tais como: tablets e celulares com diferentes sistemas operacionais (DITZZ; GOMES, 2017).

Atualmente, tal ferramenta vem sendo bastante utilizada por professores da educação básica em diferentes áreas (COSTA; DUAILIBE; BOTTENTUIT JUNIOR, 2018; SANTOS; NICOT; MARQUES, 2020; LOPES, 2020; SOUZA, 2020), os quais a caracterizam como sendo um instrumento com grande utilidade para a avaliação do ensino e da aprendizagem. Além de que promove um retorno imediato sobre as porcentagens de acertos e erros da turma e disponibiliza a resposta individual de cada aluno (OLIVEIRA; ALBUQUERQUE; ALVES, 2019).

Além de aferir as respostas de cada estudante, o aplicativo ainda produziu um gráfico com os dados das respostas escolhidas pelos discentes, o que, por sua vez, promoveu uma maior interação entre os alunos e o professor, pois eles demonstraram muita curiosidade para saber se as respostas estavam corretas ou não.

Nessa mesma semana, o professor apresentou o método de ensino aos estudantes e disponibilizou uma apostila, no formato PDF, enviada pelo aplicativo WhatsApp Messenger, sobre Estado de energia, Temperatura, pressão, trabalho e calor e Equilíbrio termodinâmico, para dar suporte ao estudo prévio à aula.

O material (APÊNDICE D), para a leitura prévia dos alunos, foi produzido com o objetivo de orientar e auxiliar os estudantes na busca por informações seguras e confiáveis sobre esse tema.

## **6. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **6. 1. Comparação da motivação da aprendizagem**

No processo educacional, entende-se que a motivação para a aprendizagem pode ocorrer de modo intrínseco ou extrínseco. Para Berbel (2011), a motivação extrínseca é aquela que ocorre na dependência de fatores externos, tais como punições e prêmios. São exemplos de motivação extrínseca os alunos que estudam um conteúdo porque precisam se sair bem na prova temendo a reprovação ou os alunos do ensino médio que estudam no intuito de adquirir o conhecimento necessário para serem aprovados no exame de algum vestibular. Já a motivação intrínseca parte

do próprio aprendiz e é capaz de ser estimulada pelo docente a depender das estratégias adotadas no processo de ensino.

Ao escrever sobre motivação intrínseca para a aprendizagem, Schwartz (2014) cita indicadores que podem ser utilizados para aferi-la, tais como: interesse, envolvimento, esforço, concentração e satisfação. Na Tabela 1, constam os dados referentes à motivação dos estudantes expostos aos métodos da aula expositiva dialogada e da aula utilizando jogos.

**TABELA 2** - Motivação da aprendizagem dos estudantes da 3ª série do ensino médio após utilização dos métodos da aula expositiva dialogada e o uso dos Jogos para o ensino

<b>Variável Aferida</b>	<b>Aula Expositiva Dialogada</b>	<b>Aula utilizando Jogos</b>	<b>p</b>
Qual o seu ponto de vista a respeito de aulas em que você é estimulado(a) a participar dialogando com seus colegas?			
Gosto muito	72%	98%	
Não gosto	15%	0%	
Sou indiferente	13%	2%	0,0007
Em relação ao assunto recentemente abordado, você se sente motivado a buscar informações complementares sobre ele, além daquelas abordadas no decorrer da aula?			
Sim	77%	72%	
Não	0%	2%	
Talvez	23%	26%	0,81

**TABELA 2** - Motivação da aprendizagem dos estudantes da 3ª série do ensino médio após utilização dos métodos da aula expositiva dialogada e o uso dos Jogos para o ensino

Continuação

<b>Variável Aferida</b>	<b>Aula Expositiva Dialogada</b>	<b>Aula utilizando Jogos</b>	<b>p</b>
Ainda em relação ao assunto recentemente abordado, você se sente motivado a conversar sobre ele com seus colegas fora da sala de aula?			
Sim	55%	62%	
Não	9%	8%	
Talvez	36%	30%	0,90

Como você avalia a importância do assunto recentemente abordado para a sua vida e para a sociedade?			
Muito importante	98%	98%	
Pouco importante	2%	2%	
Não tem importância	0%	0%	0,99
N	47	47	

Notas: N representa o número absoluto de estudantes respondentes e o  $p$  se deve à probabilidade calculada por meio do teste Exato de Fisher (95% IC). Resultados em que  $p \leq 0,05$  significa que houve diferença significativa entre as variáveis aferidas. Fonte: Autoria própria.

A análise dos dados em relação à questão do “ponto de vista a respeito de aulas em que você é estimulado(a) a participar dialogando com seus colegas”, indicou diferença significativa na comparação dos métodos da AED e do J. Constatamos que a inserção do método ativo impactou positivamente na percepção dos alunos quanto à importância do diálogo para o processo de aprendizagem. Em relação às demais questões, não identificamos diferenças significativas entre os grupos.

Sobre as questões subjetivas que possibilitaram os alunos descreverem aspectos positivos e negativos com relação aos métodos, foram destacadas as seguintes opiniões sobre o Jogo, nas quais os estudantes enfatizaram a importância das interações dialógicas promovidas entre eles com o uso do método ativo, como pode ser constatada nas falas que seguem:

J 6: *“Comunicação geral da sala, foi sensacional [...] além de dar emoção, há diálogo sobre o assunto entre os alunos na própria aula, o que no tradicional é raro.”*

J 7: *“O diálogo e discussões desperta interesse e participação, trazendo melhor entendimento”.*

J 8: *“Incentiva o debate e nos dar confiança para falar fora da escola.”*

J 11: *“Participação, interação entre a turma inteira, com a ajuda dos colegas de classe fica até mais fácil de lembrar o assunto.”*

J 29: *“Ótima explicação, interação com os colegas ajuda nas dúvidas que apareceram.”*

J 32: *“No método ativo, consegui adquirir muito mais conhecimento, discutindo com meus colegas a respeito de cada questão. Foi prático, rápido, interessante e necessário.”*

J 38: “*Temos a possibilidade de discutir sobre o assunto e aprender ou levantar dúvidas junto aos colegas.*”

Entendemos como positivo o fato de o método ativo não ter desmotivado os alunos, já habituados com a exposição de conteúdos teóricos seguida da resolução de exercícios em uma dinâmica centrada no professor.

Estes resultados estimulam, na abordagem de temas de Física para alunos do ensino médio, a adoção de estratégias de ensino alternativas à aula expositiva, visto que reduz a preocupação do docente de que parte dos alunos não participasse a contento de atividades que implicassem no diálogo com os colegas, no estudo prévio dos temas e no incentivo à proatividade, ainda que os tire do conforto de meros ouvintes. A participação ativa dos estudantes na aula com o jogo, por meio de diálogos e argumentações, pode ter contribuído para a diferença encontrada entre os dois métodos, uma vez que, segundo Carneiro, Lima e Wirzbicki (2017), as práticas pedagógicas que promovem discussões deixam o ambiente de aprendizagem mais agradável, divertido e estimulante.

Apreender ativamente é uma das características relacionadas ao método da utilização de jogos, pois depende de estratégias que envolvem a realização de tarefas que requerem, inicialmente, a aplicação individual dos conceitos mais importantes sobre o conteúdo e, posteriormente, a explicação desses aos seus pares (CROUCH *et al.*, 2007).

No século em que vivemos, tendo em vista as mudanças na sociedade e no mercado de trabalho, o ensino deve privilegiar estratégias que vão além do componente conceitual e que valorizem a interação e a colaboração dos alunos para o aprendizado significativo e transformador. Um estudante motivado e capacitado ao aprendizado colaborativo desenvolverá importantes competências e habilidades para sua formação integral, de modo que tal aspecto incentiva para que seja um cidadão participativo dentro da sociedade e para que seja ciente de suas responsabilidades com relação à sua própria vida, à sociedade e ao meio ambiente (BULIĆ; BLAŽEVIĆ, 2020).

Além disso, a realização de atividades dialógicas entre os estudantes pode, ainda, aprimorar o conhecimento destes e permite que estes avaliem as respostas dos colegas em uma relação de igualdade (PEREIRA, 2013).

A importância das interações entre os alunos e entre estes e os professores foi contemplada nas teorias de aprendizagem de Vigotski (2007), ao definir o que classificou como zona de desenvolvimento proximal (ZDP):

[...] a distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes (VIGOTSKI, 2007, p. 97).

Tal aspecto é também discutido por Nogaro, Ecco e Rigo (2014) ao reconhecerem que as interações promovidas no decorrer do ensino, com a realização de atividades colaborativas entre os alunos, são extremamente importantes para a vida do aprendiz e também interferem na sua motivação. Com isso, faz-se necessário que, nos ambientes escolares, sejam promovidas atividades que desenvolvam a relação estudante-estudante. Defendemos que a motivação, no contexto educacional, deve ser compreendida como um instrumento/fator imprescindível para que ocorra a aprendizagem.

De acordo com Knüppe (2006), tratando-se de ensino-aprendizagem, é de fundamental importância que a motivação esteja presente em todas as etapas do processo. Além disso, conforme discute Lopes (2020), a motivação escolar estimula a frequência dos estudantes nas aulas e diminui as chances de eles evadirem da escola.

Segundo Jesus (2008), existem muitas estratégias didáticas que podem ser usadas pelos professores para estimular a motivação dos alunos, dentre elas está a aplicação de diferentes métodos de ensino. Nicola e Paniz (2016) afirmam que a utilização diversificada dessas estratégias contribui para a memorização e para o entendimento do conteúdo, promovendo, assim, o processo de aprendizagem, que passa a ter qualidade e significado para os estudantes, despertando neles uma postura ativa e participativa nas aulas.

Para Rosa e Landim (2014), a adoção dessa prática pelos professores, nas aulas de Biologia, apresentou-se de forma positiva com relação à motivação dos estudantes. Além dos comentários dos alunos anteriormente relatados em relação à importância da interação na construção dos jogos, outros foram realizados em relação ao método, ressaltando de forma positiva o fato de a interação ser antecedida por uma breve exposição de resumo do conteúdo:

J 12: *“É utilizado um método comum, mas abordado de uma maneira mais interativa. Gostei da forma resumida dos slides e da forma de construir e a resolução dos exercícios”.*

J 16: *“O professor abordou o assunto de uma forma que nos deixou interessados”.*

J 21: *“[...] traz informações importantes e poder discutir com os colegas é divertido”.*

J 22: *“Eu gostei muito da explicação, ficou bem claro e deu pra entender bem”.*

Paulo, Aguiar e Silveira (2021) discutem que a associação entre método ativo e aula expositiva dialogada permite uma melhor assimilação do conteúdo pelos alunos e ainda oferece meios para estimular a motivação da aprendizagem. Em nosso estudo, observamos que ambos os métodos motivaram os alunos.

Acreditamos que o fato a utilização de jogos é um método ativo que traz um componente expositivo inicial que pode ter sido importante para que os alunos não estranhassem a dinâmica de ensino. Ao mesmo tempo, o método possibilitou momentos de interatividade que contribuíram para o desenvolvimento de habilidades e competências normalmente não relacionadas quando a única estratégia utilizada é o método da aula expositiva, fortalecendo a importância da utilização de variados métodos e estratégias de ensino, com o objetivo de promover a autonomia e a motivação dos estudantes.

Os relatos dos estudantes reforçam a importância que existe em usar diferentes métodos e estratégias de ensino nas aulas, principalmente, de Física. Seleccionamos algumas narrativas dos estudantes sobre os aspectos positivos referentes aos métodos empregados:

AED 18: *“A utilização de imagens e pequenos textos é um excelente método para aprender” [...].*

AED 31: *“Slides simples e bem organizados que facilita o entendimento”.*

AED 37: *“Gostei muito [...] explicação clara sem muito texto [...] dar pra tirar as dúvidas também”.*

J 10: *“Gostei bastante, o método com discussão entre os alunos é bastante eficiente”.*

J 36: *“A aula foi muito dinâmica, fácil de entender, muito explicativa [...], o diálogo foi fácil de entender”.*

J 43: *“Aprendi bastante, pois a aula foi muito diferenciada e divertida, isso fez com que aprendêssemos mais sobre o assunto”.*

Considerando que o conteúdo exerce papel determinante sobre a motivação do aluno e que, neste trabalho, verificamos igual motivação na variável “importância do assunto abordado para a sua vida e para a sociedade”, inferimos que ele contribuiu positivamente para os dois métodos empregados. Diante disso, reforça-se a importância de realizar mais pesquisas que comparem a utilização de diferentes métodos de ensino sobre a motivação da aprendizagem em todos os níveis e modalidades de ensino.

## 6. 2. Comparação da percepção da aprendizagem

Em pesquisas pedagógicas, além da motivação, a própria aprendizagem tem sido objeto de análise direta, analisando o rendimento dos alunos nas provas, ou de análise indireta, avaliando a percepção dos alunos sobre a sua própria aprendizagem (WELDY; TURNIPSEED, 2010). Neste trabalho, decidimos por avaliar a percepção da aprendizagem e não as notas dos alunos nas provas em função de entendermos que a avaliação tradicional tem sido voltada para a simples verificação dos conteúdos memorizados e não alcança as dimensões de aprendizagem.

Para Sari *et al.* (2019), a percepção dos estudantes influencia positivamente na habilidade de pensar criticamente, ou seja, um aluno que possui uma boa percepção sobre a aprendizagem apresentará mudanças em suas habilidades críticas. Os resultados acerca das questões sobre percepção da aprendizagem constam na Tabela 3:

**TABELA 3** - Percepção da aprendizagem dos estudantes da 3ª série do ensino médio após a utilização dos métodos da aula expositiva dialogada e o uso dos Jogos para o ensino

Variável Aferida	Aula Expositiva Dialogada	Aula utilizando Jogos	<i>p</i>
------------------	---------------------------	-----------------------	----------

Você se considera capaz de ensinar a respeito do assunto recentemente abordado?			
Sim	49%	40%	
Não	13%	15%	
Talvez	38%	45%	0,77
Se você tivesse que participar de uma avaliação sobre o assunto recentemente abordado, acredita que o seu índice de acerto estaria mais próximo de qual percentagem?			
85%	55%	66%	
50%	45%	32%	
35%	0%	2%	0,28
Você compreendeu e se sente capaz de aplicar o conhecimento acerca do assunto recentemente abordado?			
Compreendi o assunto e me sinto capaz de aplicar o conhecimento	70%	55%	
Compreendi o assunto, entretanto não me sinto capaz de aplicar o conhecimento	30%	45%	
Não compreendi o assunto e não sou capaz de aplicar o conhecimento	0%	0%	0,20
N	47	47	

Notas: N representa o número absoluto de estudantes respondentes e o  $p$  se deve à probabilidade calculada por meio do teste Exato de Fisher (95% IC). Resultados em que  $p \leq 0,05$  significa que houve diferença significativa entre as variáveis aferidas. Fonte: Autoria própria.

Com relação às taxas de respostas dos alunos quanto à percepção da aprendizagem, não observamos diferenças significativas após as estratégias de ensino desenvolvidas com os métodos da AED e uso dos jogos. Entretanto, acreditamos que o fato da utilização dos jogos para o ensino não ter impactado negativamente a percepção da aprendizagem é um bom resultado, tendo em vista que os alunos estavam habituados com o método expositivo e a inserção de uma estratégia de ensino que requer proatividade, estudo prévio e diálogo com os pares poderia ter significado um obstáculo para que eles se sentissem seguros com o conhecimento recém-adquirido.

Para Ries (2004), tanto a percepção quanto a própria aprendizagem exercem influência uma sobre a outra. Em nosso estudo, constatamos que foi possível manter a percepção de aprendizagem diversificando o método de ensino, contribuindo para além do conhecimento, que fossem desenvolvidas distintas habilidades e competências em razão das distintas dinâmicas associadas a cada método. Sobre o

uso de métodos diversificados no ensino de Física, relacionados à aprendizagem e à motivação dos alunos, Nicola e Paniz (2016) assim discutem:

A inserção de recursos didáticos diferenciados nas aulas resulta em uma melhor compreensão e fixação dos conteúdos abordados, favorecendo o processo de ensino/aprendizagem, tornando-o de qualidade e estimulando o senso crítico e a participação dos alunos nas aulas. Diante disso, o professor, além de dinamizar suas aulas, poderá despertar o interesse nos alunos, envolvendo-os cada vez mais no processo de ensino-aprendizagem (NICOLA; PANIZ, 2016, p. 376).

Para que a aprendizagem se consolide, é importante que os professores reflitam sobre quais objetivos querem alcançar, mesmo antes de selecionarem os conteúdos a serem trabalhados, e que utilizem as melhores estratégias de ensino visando o sucesso neste processo.

Diesel, Baldez e Martins (2017) afirmam que a escolha dos métodos de ensino deve ocorrer somente após a reflexão crítica do docente, uma vez que a simples utilização de distintos métodos pode impactar negativamente na aprendizagem. Para além das escolhas dos professores, as escolas devem investir em estrutura de ensino compatível para a adoção de múltiplos métodos.

Além disso, a aprendizagem, segundo Silva, Aires e Rodrigues (2016), precisa ter significado para o aluno, e isso só é possível quando este é envolvido ativamente em atividades que promovam o desenvolvimento de níveis cognitivos elevados, ou seja, quando é estimulado a uma participação autônoma e colaborativa, entendendo que ele também é responsável pela suas próprias aprendizagem e avaliação.

Bonney (2015), nos Estados Unidos, avaliou a percepção de estudantes com relação ao ganho de aprendizagem no curso de Biologia, comparando as estratégias de ensino de estudos de caso, de leituras de livros didáticos e de participação em aula expositiva, e encontrou diferenças significativas entre os ganhos de aprendizagem percebidos, favoráveis aos estudos de caso. Observamos, em nossos resultados, uma boa percepção da aprendizagem tanto após a utilização dos jogos quanto após a aula expositiva. Cabe ressaltar, ainda, que, para Bonini-Rocha *et al.* (2014), a aula expositiva pode promover uma boa percepção de aprendizagem nos estudantes, entretanto, os autores discutem que simplesmente haver boa percepção de aprendizagem não significa que o aluno adquiriu realmente o conhecimento.

Mendes *et al.* (2017) analisaram a percepção dos estudantes de um curso de Administração com relação à implantação de métodos ativos de ensino e aprendizagem. A pesquisa evidenciou que a maioria dos discentes preferiu que, no

decorrer das aulas, fossem utilizados, em conjunto, pelos professores tanto métodos ativos quanto aula expositiva, justificando que os métodos combinados propiciam e incentivam mais a aprendizagem. Segundo os autores, para que a aprendizagem seja alcançada, é necessário ressignificar a forma de ensinar por meio da utilização de diferentes métodos e estratégias de ensino, que motivem os alunos a participarem da realização de atividades, de modo que essas atividades façam sentido para eles.

Além disso, avaliar os alunos é uma das funções do professor e é importante que ele a faça com frequência e de distintas formas, direta ou indiretamente. Aferir a percepção de aprendizagem é uma das formas de avaliar indiretamente os alunos, pois, de acordo com Barbosa (2008), é possível coletar dados e/ou informações que ajudarão a verificar se os objetivos propostos foram alcançados ou não, bem como avaliar o trabalho do professor e a aprendizagem do aluno. Para a autora, o ato de avaliar deve ser constante na vida do professor, de forma que ele acompanhe a maneira como ocorre o processo de aprendizagem na vida do aluno. Ela ainda reforça que: “a avaliação é uma tarefa complexa que não se resume à realização de provas e atribuições de notas” (BARBOSA, 2008, p.1).

O método da utilização dos jogos no ensino de Física, utilizado neste trabalho, é um exemplo de método ativo de ensino que colabora consideravelmente para a compreensão dos conteúdos pelos alunos e, além disso, promove um maior dinamismo no processo de aprendizagem.

De acordo com Bressan *et al.* (2021), é preciso mudar a forma de ensinar, levando em consideração que a utilização apenas de métodos tradicionais não promove, no estudante, a autonomia e o senso de responsabilidade necessários para a construção do conhecimento.

De acordo com Baroneza e Silva (2007), o professor exerce um papel transformador quando valoriza as interações com os alunos. Segundo os autores, “Indivíduos não aprendem apenas explorando o ambiente, mas também dialogando, recebendo instruções, vendo o que os outros fazem e ouvindo o que dizem” (BARONEZA; SILVA, 2007, p. 167).

### **6. 3. Percepções e atitudes dos estudantes com relação aos métodos da aula expositiva dialogada e da utilização de jogos para o ensino**

Pesquisas sobre percepções e atitudes dos estudantes com relação a diferentes métodos de ensino-aprendizagem vêm sendo realizadas em diversas áreas da educação, pois, segundo Mendes *et al.* (2017), as informações sobre os métodos utilizados nas aulas têm grande relevância na escolha do método mais adequado ao conteúdo que será ministrado pelo professor e colaboram para a identificação de suas vantagens e desvantagens. Dessa maneira, favorece a aprendizagem, já que o docente pode focar nas habilidades que pretende desenvolver nos alunos.

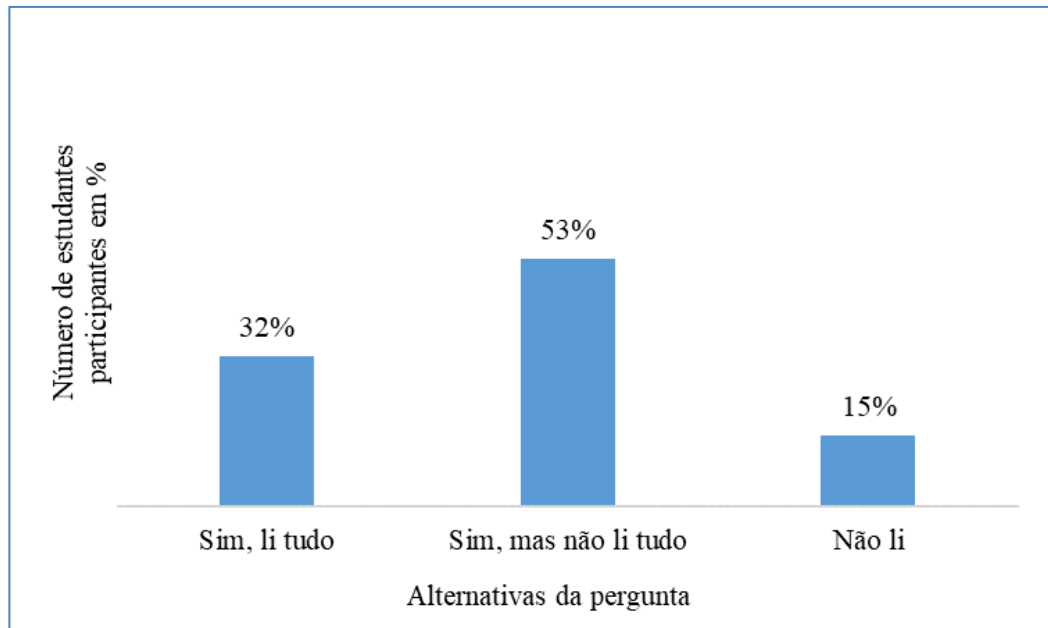
Os dados, referentes às percepções dos estudantes com relação à avaliação dos dois métodos utilizados pela professora e com relação à melhor maneira para aprender na opinião deles, constam na tabela 4, e os resultados, das respostas dadas por eles com relação à leitura do material feita anteriormente à aula ministrada com o método da instrução por pares, estão ilustrados na figura 4:

**TABELA 4** - Percepções e atitudes dos estudantes com relação aos métodos da aula expositiva dialogada e o uso dos Jogos para o ensino

Variável Aferida	Aula Expositiva Dialogada	Aula utilizando Jogos	<i>p</i>
Como você avalia o método de ensino recém utilizado pelo professor?			
Bom	100%	96%	
Ruim	0%	2%	
Sou indiferente	0%	2%	0,49
Você acredita que aprende melhor ouvindo uma conferência, lendo um livro ou resolvendo um desafio com ajuda dos colegas?			
Aprendo melhor ouvindo uma conferência	62%	32%	
Aprendo melhor lendo um livro	17%	6%	
Resolvendo um desafio com ajuda dos colegas	21%	62%	0,0002
N	47	47	

Notas: N representa o número absoluto de estudantes respondentes e o *p* se deve à probabilidade calculada por meio do teste Exato de Fisher (95% IC). Resultados em que  $p \leq 0,05$  significa que houve diferença significativa entre as variáveis aferidas. Fonte: Autoria própria.

**Gráfico da Tabela 4** - Taxas de respostas dos estudantes sobre a leitura do material feita anteriormente à aula ministrada com o método da utilização de jogos para o ensino



Fonte: Autoria própria.

Observa-se que os estudantes avaliaram de forma positiva tanto a AED quanto o J, não apresentando diferença significativa entre os grupos, resultado este que Costa *et al.* (2021), os quais também compararam os dois métodos de ensino e não encontraram diferença significativa na opinião dos estudantes sobre o uso deles, destacando-os como instrumentos que contribuem positivamente ao ensino.

Com relação à melhor maneira para aprender, na opinião dos alunos, observou-se diferença significativa entre os métodos adotados, dando destaque para as variáveis: aprendo melhor ouvindo uma conferência e resolvendo um desafio com ajuda dos colegas, visto que as duas obtiveram o mesmo percentual de respostas, porém a primeira foi após aula com AED, e a segunda foi após aula com o J.

Inferimos que como os estudantes já estavam acostumados com o modelo da aula expositiva, eles acreditavam que essa seria a melhor maneira para aprender, no entanto, quando foi realizada a discussão entre os pares por meio do método ativo, os alunos despertaram para outras formas de aprendizagem.

Como resultado de suas pesquisas, Mazur (2015) relata que as vantagens da instrução por pares são inúmeras, porém, enfatiza a importância das discussões entre os alunos para a aprendizagem, pois, na opinião do autor:

As discussões para convencer o colega quebram a inevitável monotonia das aulas expositivas passivas, e, mais importante, os estudantes não se limitam

a simplesmente assimilar o material que lhes é apresentado; eles devem pensar por si mesmos e verbalizar seus pensamentos (MAZUR, 2015, p. 14).

Sobre a leitura do material disponibilizado pelo professor na pré-aula, apenas 32% dos estudantes fizeram a leitura completa do material necessário à aplicação do método, sendo estes dados similares aos encontrados por Moraes, Carvalho e Neves (2016) ao realizarem uma pesquisa com estudantes da 1ª série do ensino médio, na disciplina de Química, em uma escola pública. Os autores perceberam, por parte de alguns alunos, uma maior dificuldade na resolução de algumas questões, e essa mesma situação foi observada neste trabalho, levando a entender que, para que as discussões entre os pares sejam vantajosas, é necessário que o material da pré-aula seja lido.

O fato de os alunos que não fizeram a leitura prévia também terem respondido o questionário pode ter interferido nos resultados obtidos na avaliação, porém, a estratégia de utilização do questionário anônimo permitiu o compartilhamento de respostas francas sobre os métodos adotados e sobre a postura dos alunos com relação ao ensino, já que, antes da aula, não foi preciso perguntar se eles tinham ou não realizado a leitura, possibilitando, assim, uma maior confiança para expor suas opiniões.

Entretanto, não houve relatos negativos por parte dos alunos com relação aos dois métodos usados, e a maioria demonstrou estímulo para aprender o conteúdo, sendo este enfatizado nas falas que seguem:

AED 16: *“Importante sempre trazer esse assunto, aprendi muito e quero aprender mais” [...].*

AED 46: *“Não compreendia muito do assunto, me sinto mais capacitado a explicar o assunto para alguém, gostei bastante da aula” [...].*

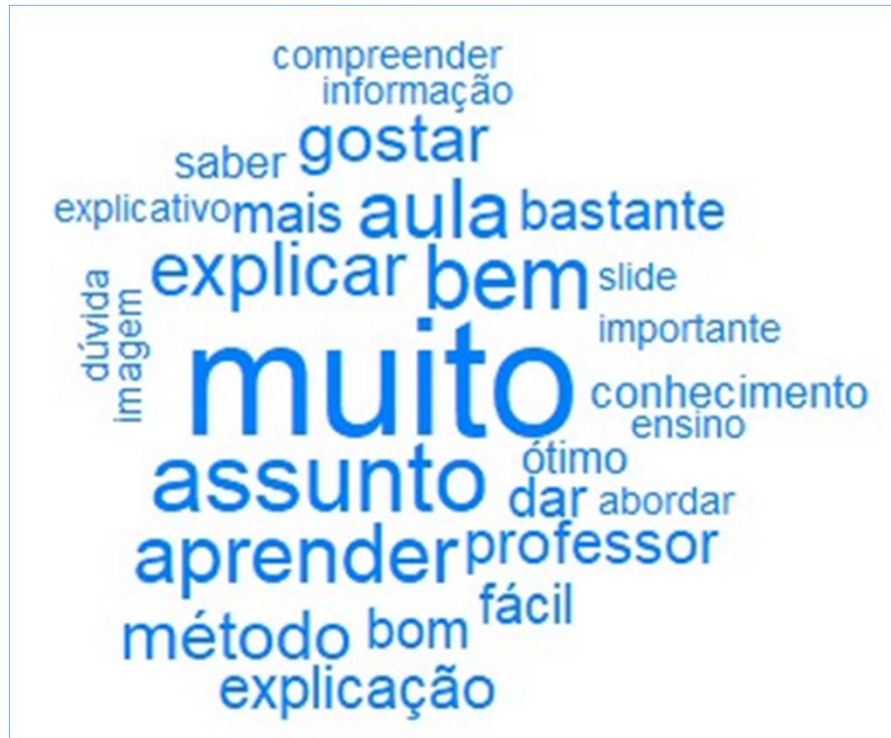
J 18: *“Aprendi sobre coisas muito importante e que vou levar para a vida”.*

J 31: *“Nós aprendemos sobre assuntos muito importantes, muito comum na nossa sociedade, discutindo as nossas opiniões com os colegas”.*

#### **6. 4. Nuvens de palavras relacionadas aos aspectos positivos e negativos, na opinião dos estudantes, sobre os métodos da aula expositiva dialogada e da utilização de jogos para o ensino**

Quanto aos aspectos positivos referentes à AED na opinião dos estudantes, as palavras mais citadas foram: MUITO-20, ASSUNTO-11 e BEM-10, ilustradas na figura 4.

**Figura 8** - Nuvem de palavras sobre aspectos positivos do método da AED na opinião dos estudantes



Fonte: Autoria própria.

Relatos dos estudantes, quanto às palavras mais frequentes na nuvem de palavras com relação aos aspectos positivos da AED, destacadas no texto:

AED 10: [...] “Método **MUITO** bom.”

AED 14: [...] “Gostei bastante do **ASSUNTO** abordado.”

AED 15: [...] “**MUITO** bom, eu gostei **MUITO**, assunto é **MUITO** importante [...].”

AED 30: [...] “**ASSUNTO** importante.”

AED 32: [...] “Foi tudo muito **BEM** explicado, o **ASSUNTO** foi **BEM** abordado.”

AED 36: [...] “A aula **BEM** explicativa, **BEM** legal, **BEM** informativa.”

Para os aspectos negativos foram: NENHUM-7, NÃO-7 e NEGATIVO-6, demonstradas na figura 9.

**Figura 9** - Nuvem de palavras sobre aspectos negativos do método da AED na opinião dos estudantes



Fonte: Autoria própria.

Descrições dos estudantes, quanto às palavras mais frequentes na nuvem de palavras com relação aos aspectos negativos da AED, destacadas no texto:

AED 01: [...] *“NENHUM, porém aula deveria ser mais longa.”*

AED 03: [...] *“NÃO houve algo de NEGATIVO, porém acho que deveríamos ter mais tempo para esse tipo de estudo.”*

AED 14: [...] *“NENHUM aspecto NEGATIVO.”*

AED 32: [...] *“NÃO tem.”*

AED 34: [...] *“NÃO tem NENHUM ponto NEGATIVO.”*

AED 36: [...] *“NÃO achei nada NEGATIVO.”*

Quanto aos pontos positivos sobre o método J, as palavras mais citadas foram: MÉTODO-10, AULA-8 e COLEGA-8, ilustradas na figura 6.

**Figura 10** - Nuvem de palavras sobre aspectos positivos do J na opinião dos estudantes



Fonte: Autoria própria.

Narrativa dos estudantes, quanto às palavras que mais apareceram na nuvem de palavras com relação aos aspectos positivos do J, destacadas no texto:

J 04: *Um ensino melhor, uma AULA diferente* [...].

J 15: *“Sobre o MÉTODO ativo que considero positivo é o fato do aprendizado em grupo [...].”*

J 33: *“O MÉTODO de ensino é eficaz e fácil de se entender” [...].*

J 36: *“A AULA foi muito dinâmica” [...].*

J 38: [...] *“Discutir sobre o assunto e aprender ou levantar dúvidas junto aos COLEGAS.”*

J 45: *“Resolver com os COLEGAS.”*

Com relação aos aspectos negativos, as palavras mais citadas foram: NÃO-18, NEGATIVO-7 e ASPECTO-4, demonstradas na figura 7.

**Figura 11** - Nuvem de palavras sobre aspectos negativos do J na opinião dos estudantes



Fonte: Autoria própria.

Abaixo seguem os relatos dos estudantes, quanto às palavras mais frequentes na nuvem de palavras com relação aos aspectos negativos da J, destacadas no texto:

J 01: “*NÃO tem NEGATIVO.*”

J 05: “*NÃO tem nenhum ASPECTO NEGATIVO*” [...].

J 17: “*Não tem*”.

J 26: “*Sem ASPECTOS NEGATIVOS.*”

J 30: “*NÃO existentes.*”

J 31: “*NÃO tem ASPECTOS NEGATIVOS, é divertida e muito interessante*” [...].

Com a análise das nuvens de palavras, é possível notar que os estudantes estavam bastante motivados ao participarem das aulas com os dois métodos, pois, além das palavras que aparecem em destaque no texto, ainda possuem outras relacionadas ao ensino, tais como: CONHECIMENTO, APRENDIZADO, PARTICIPAÇÃO, ENSINO e INTERAÇÃO, palavras essas também identificadas por Cruz *et al.* (2019) na justificativa dos estudantes para a utilização de diferentes métodos de ensino pelos professores nas aulas.

Diante desses resultados, entendemos que a AED, na opinião dos alunos, ainda é um bom método para o ensino de Física, pois pode expor o conteúdo de forma sistematizada e organizada, promovendo a aprendizagem, e que o J, por apresentar

característica inovadora, como, por exemplo, discussão entre os pares e leitura antes da aula, promove uma participação ativa entre os estudantes.

Os estudantes, nesse estudo, tiveram percepções favoráveis à utilização do método de ensino adotado, o que está em conformidade com os nossos resultados quanto aos aspectos positivos dos dois métodos empregados. Nessa pesquisa, os vocábulos mais recorrentes na nuvem de palavras e que também tiveram destaque em nossos resultados foram: ENTENDIMENTO, ASSUNTO, APRENDIZADO, CONHECIMENTO, MELHOR, AULAS, COLEGAS e ALUNO.

De acordo com Paiva *et al.* (2016), a educação escolar precisa desenvolver, nos estudantes, os quatros pilares para a construção do conhecimento, que são: aprender a fazer, a conviver, a ser e a conhecer, haja vista que, para os autores, são esses os eixos fundamentais para a formação integral do indivíduo. Além disso, na opinião dos autores, com a participação ativa do estudante no processo de aprendizagem, é possível associar a teoria com a prática, o que favorece, de maneira direta, o aprimoramento dos quatro pilares da educação necessários para que haja a formação completa do aluno, pois, segundo eles, é nesse contexto de proatividade que os educandos demonstram maior autonomia sobre a sua aprendizagem.

## 7. CONCLUSÃO

A partir dos resultados encontrados, foi possível concluir que tanto o método da aula expositiva dialogada quanto o método da instrução por pares contribuíram positivamente para a percepção da aula.

Com relação à motivação de aprendizagem, verificou-se que os métodos de ensino utilizados não desmotivaram os estudantes e que eles estavam bastante motivados ao participarem das discussões entre os pares com o método ativo. Além disso, a realização dessa atividade despertou no grupo a importância do diálogo para o processo de ensino-aprendizagem, sendo, neste estudo, a única variável com diferença significativamente maior para o JeF.

O conteúdo ministrado motivou os estudantes para a aprendizagem, dando-lhes real significado e estimulando neles a proatividade, atentando para a função da escola como um ambiente responsável pela suas formações intelectual, física e moral, e para o fato de que a escola está estreitamente relacionada à saúde do indivíduo, pois também é de sua competência a realização de momentos educativos para a

obtenção de informações relacionadas à saúde, a fim de gerar conhecimentos que, além de serem levados ao âmbito familiar, possam promover mudanças comportamentais e estimulá-los a reflexões sobre suas práticas.

Sobre a percepção de aprendizagem dos estudantes, não identificamos diferença significativa entre as variáveis analisadas, o que nos leva a entender que os objetivos propostos relacionados à compreensão dos conceitos fundamentais sobre o conteúdo foram alcançados nos dois métodos utilizados.

É relevante destacar que vários são os estudos que mostram que os métodos ativos de ensino contribuem para a compreensão e para o entendimento do assunto ministrado pelo professor, porém é importante enfatizar que, antes de selecionarmos um método para utilização, é necessário saber o contexto em que o aluno se encontra e o que o motiva a aprender. Entendemos que estudantes motivados e com uma boa percepção sobre a aprendizagem terão uma visão crítica, autônoma e produtiva, sendo capazes de realizar mudanças não só no seu ambiente de aprendizagem, mas também na sociedade da qual faz parte.

Outro ponto importante a ser destacado é a necessidade que existe em despertar nos alunos a autonomia para que haja iniciativa na realização das atividades, uma vez que a aplicação do método ativo utilizado neste estudo requer que o aluno faça uma leitura do material antes da aula para que ocorra uma discussão produtiva, neste caso, houve uma baixa iniciativa para a realização da leitura proposta.

Levando em consideração que tanto a motivação quanto a percepção exercem influência sobre a aprendizagem e que existem diversos fatores que podem interferir na motivação e na percepção de aprendizagem do aluno, este trabalho propõe a realização de outras pesquisas que avaliem não só os métodos de ensino, mas também os efeitos desses fatores sobre esses dois importantes aspectos.

## REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, A. V.; OLIVEIRA, E. S. G. Metodologias ativas na educação: caminhos para aprendizagens significativas. *In: CONGRESSO INTERNACIONAL ABED DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA*, 26., 2020, Rio de Janeiro. **Anais eletrônicos** [...]. Rio de Janeiro: ABED, 2020. p. 1-10. Disponível em: <http://www.abed.org.br/hotsite/26-ciaed/pt/anais/>. Acesso em: 3 abr. 2022.

ALMEIDA, A.; SASSERON, L. As ideias balizadoras necessárias ao professor ao planejar e avaliar a aplicação de uma sequência de ensino investigativo. *In: CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE INVESTIGACIÓN EN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS*, 9., 2013, Girona. **Anais eletrônicos** [...]. Girona: Enseñanza de las Ciencias, 2013. p. 1188-1192. Disponível em: <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/307073/397053>. Acesso em: 23 mar. 2022.

ANDRADE, M. J. D.; ABÍLIO, F. J. P. Alfabetização científica no ensino de Biologia: uma leitura fenomenológica de concepções docentes. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 18, n. 2, p. 429-453, maio-ago. 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4726>. Acesso em: 4 abr. 2022.

ARAÚJO, A. C. M.; OLIVEIRA, B. V. C. Estratégia de gamificação no ensino superior: relato de experiência da aplicação do kahoot na disciplina de metodologia científica. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 7, n. 7, p. 71322-71333, jul. 2021. ISSN: 2525-8761. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/issue/view/136>. Acesso em: 21 maio 2022.

ARAUJO, I. S.; MAZUR, E. Instrução pelos colegas e ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 30, n. 2, p. 362-384, abr. 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2013v30n2p362>. Acesso em: 31 jan. 2022.

ARAÚJO, J. N.; SILVA, C. C.; TERÁN, A. F. A floresta amazônica: um espaço não formal em potencial para o ensino de ciências. *In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS*, 8., 2011, Campinas. **Anais** [...]. Campinas: ENPEC, 2011. v. 5, p.1-10.

BALBINOT, M. C. Uso de modelos, numa perspectiva lúdica, no ensino de ciências. *In: ENCONTRO IBERO-AMERICANO DE COLETIVOS ESCOLARES E REDES DE PROFESSORES QUE FAZEM INVESTIGAÇÃO NA SUA ESCOLA*, 4., 2005. Lageado. **Anais** [...]. Lageado: Univates, 2005. Não paginado.

BARBOSA, E. F.; MOURA, D. G. 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. Disponível em: <https://bts.senac.br/bts/article/view/349>. Acesso em: 3 abr. 2022.

BARBOSA, J. R. A. A avaliação da aprendizagem como processo interativo: um desafio para o educador. **Democratizar**. Faetec, Rio de Janeiro, v. 2, n. 1, jan.-abr. 2008. Disponível em: <http://www.faeterj-petropolis.edu.br/democratizar/index.php/dmc/issue/archive>. Acesso em: 15 mar. 2022.

BARONEZA, J. E.; SILVA, S. O. Uma reflexão sobre a formação de professores para o ensino superior no Brasil. **Acta Scientiarum**. Human and Social Sciences, Maringá, v. 29, n. 2, p. 163-168, fev. 2007. Disponível em: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciHumanSocSci/article/view/908>. Acesso em: 29 mar. 2022.

BATISTA, R. F. M.; SILVA, C. C. A abordagem histórico-investigativa no ensino de Ciências. **Revista Estudos Avançados**, São Paulo, v. 32, n. 94, p. 97-110, set.-dez. 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/7ZbhwnLJDXrwrN7n98DBcLB/?lang=pt>. Acesso em: 24 jan. 2022.

BERBEL, N. A. N. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. **Semina: Ciências sociais e humanas**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 25-40, jan.-jun. 2011. Disponível em: <https://www.uel.br/revistas/uel/index.php/seminasoc/article/view/10326>. Acesso em: 26 fev. 2022.

BERNARDES, T. S. *et al.* O uso combinado das metodologias Just-in-Time Teaching e Peer Instruction no ensino médio: uma proposta para o ensino de soluções. **Revista Educacional Interdisciplinar - REDIN**, Taquara, RS, v. 8, n. 1, p. 1-12, dez. 2019. Disponível em: <http://seer.faccat.br/index.php/redin/article/view/1542>. Acesso em: 3 abr. 2022.

BOCK, A. M. B.; FURTADO, O.; TEIXEIRA, M. L. T. **Psicologias**: uma introdução ao estudo de psicologia. 13. ed. São Paulo: Saraiva, 2001.

BOLFER, M. M. M. O. **Reflexões sobre prática docente**: estudo de caso sobre formação continuada de professores universitários. 2008. 238 f. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Metodista de Piracicaba, Piracicaba, SP, 2008. Disponível em: [https://iepapp.unimep.br/biblioteca\\_digital/index.php?prog=DR++EDUCA%C3%87%C3%83O+\(PPGE\)](https://iepapp.unimep.br/biblioteca_digital/index.php?prog=DR++EDUCA%C3%87%C3%83O+(PPGE)). Acesso em: 4 abr. 2022.

BONDEZAN, A. N.; PALANGANA, I. C. A Função da Educação Escolar no Desenvolvimento da Percepção e da Atenção do Aluno. **Comunicações**, Piracicaba, v. 16, n. 1, p. 55-73, jan.-jun. 2009. Disponível em: <https://www.metodista.br/revistas/revistas-unimep/index.php/comunicacoes/issue/view/27>. Acesso em: 2 maio 2022.

BONINI-ROCHA, A. C. *et al.* Satisfação, percepção de aprendizagem e desempenho em videoaula e aula expositiva. **Ciências & Cognição**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 1, p. 47-57, mar. 2014. Disponível em: <http://cienciasecognicao.org/revista/index.php/cec/article/view/871>. Acesso em: 4 mar. 2022.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Ensino Médio. Brasília, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 28 maio 2021.

BULIĆ, M.; BLAŽEVIĆ, I. The impact of online learning on student motivation in science and biology classes. **Journal of Elementary Education**, Maribor, v. 13, n. 1, p. 73-87, mar. 2020. Disponível em: <https://journals.um.si/index.php/education/article/view/543>. Acesso em: 16 mar. 2022.

CARDOSO NETO, F. J. A. **Vivência dos estudantes de um curso médico sobre o método peer instruction como ferramenta no processo de aprendizagem em uma instituição pública do nordeste**. 2019. 86 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação para o Ensino na Área de Saúde) - Faculdade Pernambucana de Saúde, Recife, PE, 2019. Disponível em: <https://repositorio.fps.edu.br/handle/4861/283>. Acesso em: 3 fev. 2022.

CARNEIRO, R. S.; LIMA, B. G. T.; WIRZBICKI, S. M. Motivação em sala de aula: quais fatores interferem nos processos de ensino e aprendizagem? *In*: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 11., 2017, Florianópolis. **Anais eletrônicos** [...]. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2017. p. 1-10. Disponível em: <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/trabalhos.htm>. Acesso em: 26 fev. 2022.

CARVALHO, A. M. P. *et al.* **Ensino de ciências por investigação**: condições para implementação em sala de aula. 1. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CASTELLAR, S. M. V. **Metodologias ativas**: ensino por investigação. 1. ed. São Paulo: FTD, 2016.

CLEMENT, L.; CUSTÓDIO, J. F.; ALVES FILHO, J. P. Potencialidades do ensino por investigação para promoção da motivação autônoma na educação científica. **Alexandria**: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, Florianópolis, v. 8, n. 1, p. 101-129, maio. 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/1982-5153.2015v8n1p101>. Acesso em: 2 maio 2022.

CORTRIGHT, R. N.; COLLINS, H. L.; DICARLO, S. E. Peer instruction enhanced meaningful learning: ability to solve novel problems. **Advances in physiology education**, [S.l.], v. 29, n. 2, p. 107-111, jun. 2005. Disponível em: <https://journals.physiology.org/doi/full/10.1152/advan.00060.2004>. Acesso em: 12 mar. 2022.

COSTA, E. S. *et al.* O Peer Instruction (instrução por pares) como estratégia metodológica no ensino-aprendizagem da reanimação neonatal. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, São Paulo, v. 13, n. 1, p. 1-9, jan. 2021. Disponível em: <https://acervomais.com.br/index.php/saude/article/view/5457>. Acesso em: 13 mar. 2022.

COSTA, M. J. M.; DUAILIBE, R. O.; BOTTENTUIT JUNIOR, J. Metodologias ativas em sala de aula: o uso do Plickers no ensino de Geografia em uma escola da rede

pública em São Luís, MA. **Revista Tecnologias na Educação**, Minas Gerais, ano 10, n. 27. v. 27, p. 1-17, nov. 2018. Disponível em: <https://tecedu.pro.br/ano10-numero-vol27-edicao-tematica-ix/>. Acesso em: 31 mar. 2022.

CROUCH, C. H. *et al.* Peer instruction: Engaging students one-on-one, all at once. **Research - Based Reform of University Physics**, [S.l.], v. 1, n. 1, p. 40-95, abr. 2007. Disponível em: <https://www.compadre.org/PER/items/detail.cfm?ID=4990>. Acesso em: 2 fev. 2022.

CRUZ, P. O. *et al.* Percepção da efetividade dos métodos de ensino utilizados em um curso de medicina do nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Educação Médica**, Rio de Janeiro, v. 43, n. 2, p. 40-47, abr.-jun. 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbem/a/rbC9RfTpwLpRFVxsBVJCRf/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 17 mar. 2022.

DAMIÃO FREIRE, H. V. **Métodos combinados**: Sala de Aula Invertida e Peer Instruction como facilitadores do ensino da matemática. 2019. 87 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Projetos Educacionais de Ciências) - Universidade de São Paulo, Lorena, SP, 2019. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/97/97138/tde-06112019-162934/fr.php>. Acesso em: 3 abr. 2022.

DEL-CORSO, T. M.; TRIVELATO, S. L. F.; SILVA, M. B. Indicadores de alfabetização científica em relatórios escritos no contexto de uma sequência de ensino investigativo. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 11., 2017, Florianópolis. **Anais eletrônicos** [...]. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2017. p. 1-9. Disponível em: <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/busca.htm>. Acesso em: 29 jan. 2022.

DIAS, K. M. P.; DIAS, C. M.; SASAKI, D. G. G. Efeitos do uso do Peer Instruction (PI) na Educação de Jovens e Adultos (EJA): uma experiência em matemática. **Research, Society and Development**, [S.l.], v. 9, n. 10, p. 1-18, mar. 2020. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/8835>. Acesso em: 3 abr. 2022.

DIESEL, A.; BALDEZ, A. L. S.; MARTINS, S. N. Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica. **Revista Thema**, Pelotas, v. 14, n. 1, p. 268-288, fev. 2017. Disponível em: <https://periodicos.ifsul.edu.br/index.php/thema/article/view/404>. Acesso em: 3 abr. 2022.

DITZZ, Á. J. M.; GOMES, G. R. R. A utilização do aplicativo plickers no apoio à avaliação formativa. **Revista Tecnologias na Educação**, Minas Gerais, v. 19, n. 19, p. 1-13, jul. 2017. Disponível em: <https://tecedu.pro.br/ano9-numerovol19/>. Acesso em: 8 fev. 2022.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. 62. ed. Rio de Janeiro/São Paulo: Paz e Terra, 2019.

GARCÍA RODRÍGUEZ, J. J. ¿Cómo enseñar? Hacia una definición de las estrategias de enseñanza por investigación. **Revista Investigación en la Escuela**, Sevilla, n. 25, p. 5-16, maio. 1995. Disponível em: <https://revistascientificas.us.es/index.php/IE/article/view/8378>. Acesso em: 4 abr. 2022.

HALLIDAY, D. Fundamentos de Física - Volume 1 - Mecânica de Robert Resnick e Jearl Walker. LTC; 10ª edição (30 junho 2016)

KNÜPPE, L. Motivação e desmotivação: desafio para as professoras do Ensino Fundamental. **Educar em Revista**, Curitiba, n. 27, p. 277-290, jun. 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/er/a/Q9KqTZnczCwRKMcgTFpm3jN/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 14 fev. 2022.

KRASILCHIK, M.; ARAÚJO, U. F. Novos caminhos para a educação básica e superior. **ComCiência**, Campinas, n. 115. 2010. Disponível em: [http://comciencia.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1519-76542010000100007&lng=pt&nrm=iso](http://comciencia.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-76542010000100007&lng=pt&nrm=iso). Acesso em: 19 fev. 2022.

LASRY, N.; MAZUR, E.; WATKINS, J. Peer instruction: From Harvard to the two-year college. **American Journal of Physics**, [S.l.]. v. 76, n. 11, p. 1066-1069, nov. 2008. Disponível em: <https://aapt.scitation.org/doi/10.1119/1.2978182>. Acesso em: 3 abr. 2022.

LEÃO, G. M. C.; RANDI, M. A. F. Diferentes estratégias metodológicas para o processo de ensino e aprendizagem da biologia celular. *In*: REUNIÃO ANUAL DA SBPC, 69., 2017, Belo Horizonte. **Anais eletrônicos** [...]. Belo Horizonte: UFMG, 2017. p. 1-3. Disponível em: <http://www.sbpcnet.org.br/livro/69ra/>. Acesso em: 27 jan. 2022.

LEONEL EDSON DENIS, Fundamentação da Física Estatística - São Paulo: Blucher, 2015.

LIBÂNEO, J. C. **Didática**. 1. ed. São Paulo: Cortez Editora, 1990.

LOPES, F. S. **O uso do lúdico e das tecnologias inovadoras de avaliação no ensino de Biologia para jovens e adultos**. 2020. 83 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia) - Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2020. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/41440>. Acesso em: 26 fev. 2022.

LOPES, L. M. S. *et al.* Aspectos da motivação intrínseca e extrínseca: uma análise com discentes de Ciências Contábeis da Bahia na perspectiva da Teoria da Autodeterminação. **Revista de Gestão, Finanças e Contabilidade**, Salvador, v. 5, n. 1, p. 21-39, jan. 2015. Disponível em: <https://revistas.uneb.br/index.php/financ/article/view/570>. Acesso em: 30 abr. 2022.

LOURENÇO, A. A.; PAIVA, M. O. A. A motivação escolar e o processo de aprendizagem. **Ciências & Cognição**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p. 132-141. ago. 2010. Disponível em:

<https://cienciasecognicao.org/revista/index.php/cec/article/view/313>. Acesso em: 3 mar. 2022.

LOVATO, F. L. *et al.* Metodologias ativas de aprendizagem: uma breve revisão. **Acta Scientiae**, Canoas, v. 20, n. 2, p. 154-171 mar.-abr. 2018. Disponível em: <http://www.periodicos.ulbra.br/index.php/acta/article/view/3690>. Acesso em: 19 mar. 2022.

MAZUR, E. **Peer instruction**: a revolução da aprendizagem ativa. 1. ed. Porto Alegre: Penso, 2015.

MENDES, A. A. *et al.* A percepção dos estudantes do curso de administração a respeito do processo de implantação de metodologias ativas de ensino-aprendizagem - o desenvolvimento da aprendizagem significativa. **Pensar Acadêmico**, Manhuaçu, v. 15, n. 2, p. 182-192, jul.-dez. 2017. Disponível em: <http://pensaracademico.facig.edu.br/index.php/pensaracademico/article/view/356>. Acesso em: 13 mar. 2022.

METZ, G. D.; WACHHOLZ, N. R.; CANAN, S. R. Currículo escolar, BNCC e formação integral. **Revista Cocar**, [S.l.], v. 14, n. 30, p. 1-16, dez. 2020. Disponível em: <https://periodicos.uepa.br/index.php/cocar/article/view/3464>. Acesso em: 13 mar. 2022.

MORAES, L. D. M.; CARVALHO, R. S.; NEVES, Á. J. M. O Peer Instruction como proposta de metodologia ativa no ensino de química. **The Journal of Engineering and Exact Sciences**, Viçosa, v. 2, n. 3, p. 107-131, out. 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufv.br/jcec/article/view/2446941602023016107>. Acesso em: 2 fev. 2022.

MORÁN, J. **Mudando a educação com metodologias ativas**. In: Coleção Mídias Contemporâneas. Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania: aproximações jovens, v. 2. SOUZA, C. A. de.; MORALES, O. E. T. (Orgs.). Ponta Grossa: UEPG/PROEX, 2015. 180 p. (Mídias Contemporâneas, 2) p. 15-33. Disponível em: <https://www2.eca.usp.br/moran/?p=543>. Acesso em: 3 abr. 2022.

MORÁN, J. Metodologias ativas em sala de aula. **Pátio Ensino Médio**, ano 10, n. 39, p. 11-13, dez. 2017. Disponível em: <https://moran10.blogspot.com/2019/10/metodologias-ativas-em-sala-de-aula.html>. Acesso em: 30 mar. 2022.

MÖRSCHBÄCHER, J. L. **Contribuições e desafios da metodologia instrução entre pares**: um estudo de caso no ensino técnico. 2017. 20 f. Especialização (Docência na Educação Profissional) - Universidade do Vale do Taquari, Lajeado, RS, 2017. Disponível em: <https://www.tecnovates.com.br/bdu/handle/10737/2207>. Acesso em: 27 jan. 2022.

MÜLLER, M. G. *et al.* Implementação do método de ensino Peer Instruction com o auxílio dos computadores do projeto “UCA” em aulas de Física do Ensino Médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 29, n. 1. p. 491-524, set. 2012. Disponível em:

<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2012v29nesp1p491>. Acesso em: 2 fev. 2022.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL [NRC]. **National Science Education Standards**. Washington: National Academy Press, 1996.

NEVES, A. J. M. *et al.* Resultados de aprendizagem associados ao uso do Peer Instruction numa escola média brasileira. *In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA*, 17., 2018, Campos do Jordão. **Anais eletrônicos** [...]. Campos do Jordão: Orotour, 2018. Disponível em: <http://sites-mitte.com.br/anais/epf2018/trabalhos.htm>. Acesso em: 17 mar. 2022.

NICOLA, J. A.; PANIZ, C. M. A importância da utilização de diferentes recursos didáticos no ensino de biologia. **Infor**, São Paulo, v. 2, n. 1, p.355-381, maio. 2016. Disponível em: <https://ojs-devel.ipiranga.unesp.br/index.php/nead/article/view/InFor2120167>. Acesso em: 2 mar. 2022.

NOGARO, A.; ECCO, I.; RIGO, L. F. R. Aprendizagem e fatores motivacionais relacionados. **Revista Espaço Pedagógico**, Passo Fundo, v. 21, n. 2, set. 2014. Disponível em: <http://seer.upf.br/index.php/rep/article/view/4309>. Acesso em: 26 fev. 2022.

OLIVEIRA, B. C.; LINDNER, E. L. Ensino de Ciências e as Relações Étnico-Raciais: um olhar para a Base Nacional Comum Curricular. **Research, Society and Development**, [S.l.], v. 9, n. 10, p. 1-25, set. 2020. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/8539>. Acesso em: 3 abr. 2022.

OLIVEIRA NETO, F. M.; MARQUES, W. B. S. K. Kahoot e peer instruction em escola pública durante a quarentena. *In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO*, 7., 2020, Maceió. **Anais eletrônicos** [...]. Maceió: Centro Cultural de Exposições Ruth Cardoso, 2020. Disponível em: [https://editorarealize.com.br/index.php/artigo/visualizar/68790https://editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2020/TRABALHO\\_EV140\\_MD1\\_SA15\\_ID5249\\_28082020091931.pdf](https://editorarealize.com.br/index.php/artigo/visualizar/68790https://editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2020/TRABALHO_EV140_MD1_SA15_ID5249_28082020091931.pdf). Acesso em: 2 fev. 2022.

OLIVEIRA, V.; VEIT, E. A.; ARAUJO, I. S. Relato de experiência com os métodos Ensino sob Medida (Just-in-Time Teaching) e Instrução pelos Colegas (Peer Instruction) para o Ensino de Tópicos de Eletromagnetismo no nível médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 32, n. 1, p. 180-206, abr. 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2015v32n1p180>. Acesso em: 3 abr. 2022.

PAIVA, M. R. F. *et al.* Metodologias ativas de ensino-aprendizagem: revisão integrativa. **SANARE - Revista de Políticas Públicas**, Sobral, v. 15, n. 2, p.145-153, jun.-dez. 2016. Disponível em: <https://sanare.emnuvens.com.br/sanare/article/view/1049>. Acesso em: 28 maio 2022. PAULO, B. A.; AGUIAR, C. M. A.; SILVEIRA, A. P. Combinação de aula expositiva-dialogada e jogo didático no Ensino de Citologia. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA*, 8., 2021, Fortaleza, **Anais eletrônicos** [...]. Fortaleza:

Universidade Estadual do Ceará, 2021. p. 3814-3823. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/74474>. Acesso em: 2 mar. 2022.

PEREIRA, M. G. *et al.* Modalidades didáticas utilizadas no ensino de Biologia na educação básica e no ensino superior. *In: JORNADAS NACIONALES e V CONGRESO INTERNACIONAL DE ENSEÑANZA DE LA BIOLOGÍA: ENTRETEJIENDO LA ENSEÑANZA DE LA BIOLOGÍA EN UNA URDIMBRE EMANCIPADORA*, 10., 2013, Córdoba, Argentina. **Anais eletrônicos** [...]. Argentina: Villa Giardino, 2013. p. 591-594. Disponível em: [file:///C:/Users/User/Downloads/art\\_versao\\_final\\_modalidades%20\(21\).pdf](file:///C:/Users/User/Downloads/art_versao_final_modalidades%20(21).pdf) Acesso em: 27 jan. 2022.

PEREIRA, M. M. Interações discursivas em pequeno grupo durante uma atividade investigativa sobre determinação da aceleração da gravidade. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 15, n. 2, p. 65-85, maio-ago. 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/Wm6P65BqXLXG3NP3CtnsqQD/?lang=pt>. Acesso em: 28 fev. 2022.

PEREIRA, R. Método ativo: técnicas de problematização da realidade aplicada à Educação Básica e ao Ensino Superior. *In: COLÓQUIO INTERNACIONAL EDUCAÇÃO E CONTEMPORANEIDADE*, 6., 2012, São Cristóvão, SE. **Anais eletrônicos** [...]. São Cristóvão, SE, v. 20, 2012. p. 1-15. Disponível em: <https://ri.ufs.br/handle/riufs/10108>. Acesso em: 19 mar. 2022.

PIZZI, J. **A prática investigativa como instrumento metodológico utilizado pelos professores no ensino de Ciências**. *In: PARANÁ*. Secretaria de Estado da Educação. Superintendência de Educação. Os Desafios da Escola Pública Paranaense na Perspectiva do Professor PDE: Produção Didático-pedagógica, 2013. Curitiba: SEED/PR., 2016. v. 2. (Cadernos PDE). ISBN 978-85-8015-075-9. Disponível em: <http://www.gestaoescolar.diaadia.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=616>. Acesso em: 27 jan. 2021.

PUHL, C. S.; LIMA, I. G. Compreendendo os números complexos por meio de uma estratégia didática para promover a aprendizagem ativa. **VIDYA**, Santa Maria, v. 38, n. 1, p. 237-256, jan.-jun. 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufn.edu.br/index.php/VIDYA/article/view/2453>. Acesso em: 2 fev. 2021.

RAMALHO, R. A. O ensino de cinemática apoiado na metodologia peer instruction para alunos de EJA. **Revista do Professor de Física**, Brasília, v. 3, n. 3, p. 76-104, dez. 2019. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/rpf/article/view/25287> <https://periodicos.ufn.edu.br/index.php/VIDYA/article/view/2453>. Acesso em: 2 fev. 2021.

RAMSDEN, A.; BATE, A. Using word clouds in teaching and learning. **University of Bath**, v. 18, p. 1-6, 2008. Disponível em: <https://researchportal.bath.ac.uk/en/publications/using-word-clouds-in-teaching-and-learning>. Acesso em: 28 maio 2022.

REIF, F. Fundamentais de Física Estatística e Térmica - McGraw-Hill Book Company, Inc. (1 janeiro 1965)

RIES, B. E. *et al.* **Psicologia e educação**: fundamentos e reflexões. 1. ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2004.

ROCHA, A. B.; DRAGAN, F. G. Formas de combinar aulas expositivas com diferentes métodos didáticos no ensino de Ciências. **Maiêutica** - Ciências Biológicas, Indaial, v. 4, n. 1, p. 25-36, 2016. Disponível em: [http://publicacao.uniasselvi.com.br/index.php/BID\\_EaD/article/view/1553](http://publicacao.uniasselvi.com.br/index.php/BID_EaD/article/view/1553). Acesso em: 18 fev. 2022.

SANTOS, A. L. C. *et al.* Dificuldades apontadas por professores do programa de mestrado profissional em ensino de Biologia, para o uso de metodologias ativas em escolas de rede pública na Paraíba. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 4, p. 21959-21973, abr. 2020. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/9324/7869>. Acesso em: 23 mar. 2022.

SANTOS, G. C.; BAZANI, C. L.; SANTOS, D. L. J. S. Grupo de verbalização e grupo de observação: percepção dos alunos de Ciências Contábeis. **Revista Mineira de Contabilidade**, Belo Horizonte, v. 22, n. 1, p. 96-108, jan.-abr. 2021. Disponível em: <https://revista.crcmg.org.br/rmc/article/view/1185>. Acesso em: 28 maio 2022.

SANTOS, K. F. M. **Peer Instruction**: o uso de uma metodologia ativa em aulas de Química no ensino médio. 2017. 83 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC, 2017. Disponível em: <http://www2.ufac.br/mpecim/menu/dissertacoes/turma-2015/dissertacao-keila-fernanda-maziero-dos-santos.pdf>. Acesso em: 3 abr. 2022.

SANTOS, P. M.; NICOT, Y. E.; MARQUES, A. S. V. O aplicativo plickers como instrumento de avaliação da aprendizagem no ensino de Física. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática** - RenCiMa, São Paulo, v. 11, n. 5, p. 146-164, out.-dez. 2020. Disponível em: <https://revistapos.cruzeirodosul.edu.br/index.php/rencima/article/view/2658>. Acesso em: 31 mar. 2022.

SARI, R. M. *et al.* Measuring students scientific learning perception and critical thinking skill using paper-based testing: school and gender differences. **International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)**, [S. l.], v. 14, n. 19, p. 132-149, out. 2019. Disponível em: <https://online-journals.org/index.php/i-jet/article/view/10968>. Acesso em: 17 mar. 2022.

SASSERON, L. H. **Alfabetização científica no ensino fundamental**: estrutura e indicadores deste processo em sala de aula. 2008. 282 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2008. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/321529729>. Acesso em: 4 abr. 2022.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 17, n. especial, p. 49-67, nov. 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/K556Lc5V7Lnh8QcckBTTMcq/?lang=pt>. Acesso em: 31 jan. 2022.

SCARPA, D. L.; CAMPOS, N. F. Potencialidades do ensino de Biologia por Investigação. **Revista Estudos Avançados**, São Paulo, v. 32, n. 94, p. 25-41, set.-dez. 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/RKrKKvjY7MX7Q5DChvN5N/?lang=pt>. Acesso em: 24 jan. 2022.

SCHWARTZ, S. **Motivação para ensinar e aprender**: teoria e prática. 1. ed. Petrópolis: Vozes, 2014.

SILVA, D. O.; SALES, G. L.; CASTRO, J. B. A utilização do aplicativo Plickers como ferramenta na implementação da metodologia Peer Instruction. **Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar** - Recei, Mossoró, v. 4, n. 12, nov. 2018. Disponível em: <http://periodicos.apps.uern.br/index.php/RECEI/article/view/1708>. Acesso em: 19 mar. 2022.

SILVA, J. R. S.; AIRES, T. T.; RODRIGUES, K. C. Aprendizagem significativa e metodologias ativas de aprendizagem na formação inicial de professores de ciências e matemática. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA, 6., 2016, São Paulo, **Anais eletrônicos** [...]. São Paulo: Fiocruz, 2016. p. 216-225. Disponível em: <https://www.apsignificativa.com.br/anais>. Acesso em: 13 mar. 2022.

SÍLVIO R. A. SALINAS. Introdução à Física Estatística - EDUSP; 2ª edição (11 maio 2013)

SOUZA, J. A. **A importância da imagem no ensino de Biologia e proposta de uma sequência didática para o seu uso**. 2020. 54 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia) - Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2020. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/41099>. Acesso em: 31 mar. 2022.

TORRENS, R. E. P.; ARBOLAEZ, G. C. U. Guías didácticas en el proceso enseñanza-aprendizaje: ¿Nueva estrategia? **Revista Cientific**, Barinas, v. 5, n. 18, p. 371-392, nov. 2020. Disponível em: [http://www.indteca.com/ojs/index.php/Revista\\_Scientific/article/view/476](http://www.indteca.com/ojs/index.php/Revista_Scientific/article/view/476). Acesso em: 3 abr. 2022.

TRIVELATO, S. L. F.; TONIDANDEL, S. M. R. Ensino por investigação: eixos organizadores para sequências de ensino de biologia. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 17, n. especial, p. 97-114, nov. 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/ensaio/article/view/33494>. Acesso em: 24 jan. 2022.

TULLIS, J. G.; GOLDSTONE, R. L. Why does peer instruction benefit student learning? **Cognitive Research: Principles and Implications**, v. 5, n. 1, p. 1-12, abr.

2020. Disponível em: <https://cognitiveresearchjournal.springeropen.com/>. Acesso em: 16 mar. 2022.

VASCONCELLOS-SILVA, P.; ARAUJO-JORGE, T. Análise de conteúdo por meio de nuvem de palavras de postagens em comunidades virtuais: novas perspectivas e resultados preliminares. **Congresso Ibero-Americano em Investigação Qualitativa**, v. 2, p. 41-48, jun. 2019. Disponível em: <https://proceedings.ciaiq.org/index.php/CIAIQ2019/article/view/2002>. Acesso em: 28 maio 2022.

VIGOTSKI, L. S. **A formação social da mente**: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. 7. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

VIGOTSKI, L. S. A formação social da mente. 1989. São Paulo: Martins Fontes.

VIGOTSKI, L.S. A construção do pensamento e da linguagem. 2001. São Paulo: Martins Fontes.

VIGOTSKI, L. S. A formação Social da Mente. 1984. São Paulo: Martins Fontes.

VIGOTSKI, L. S. Psicologia e Pedagogia. O desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. 1991. Texto proveniente de: Seção Braille da Biblioteca Pública do Paraná <http://www.pr.gov.br/bpp> acessado 10/12/2017.

VIGOTSKI, L. S. Pensamento e linguagem. 2002. Edição eletrônica: Ed Ridendo Castigat Mores ([www.jahr.org](http://www.jahr.org))

VIZZOTTO, P. A.; DEL PINO, J. C. O uso do teste de alfabetização científica básica no Brasil: uma revisão da literatura. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 22, p. 1-24, fev.-abr. 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/ensaio/article/view/15846>. Acesso em: 9 abr. 2022.

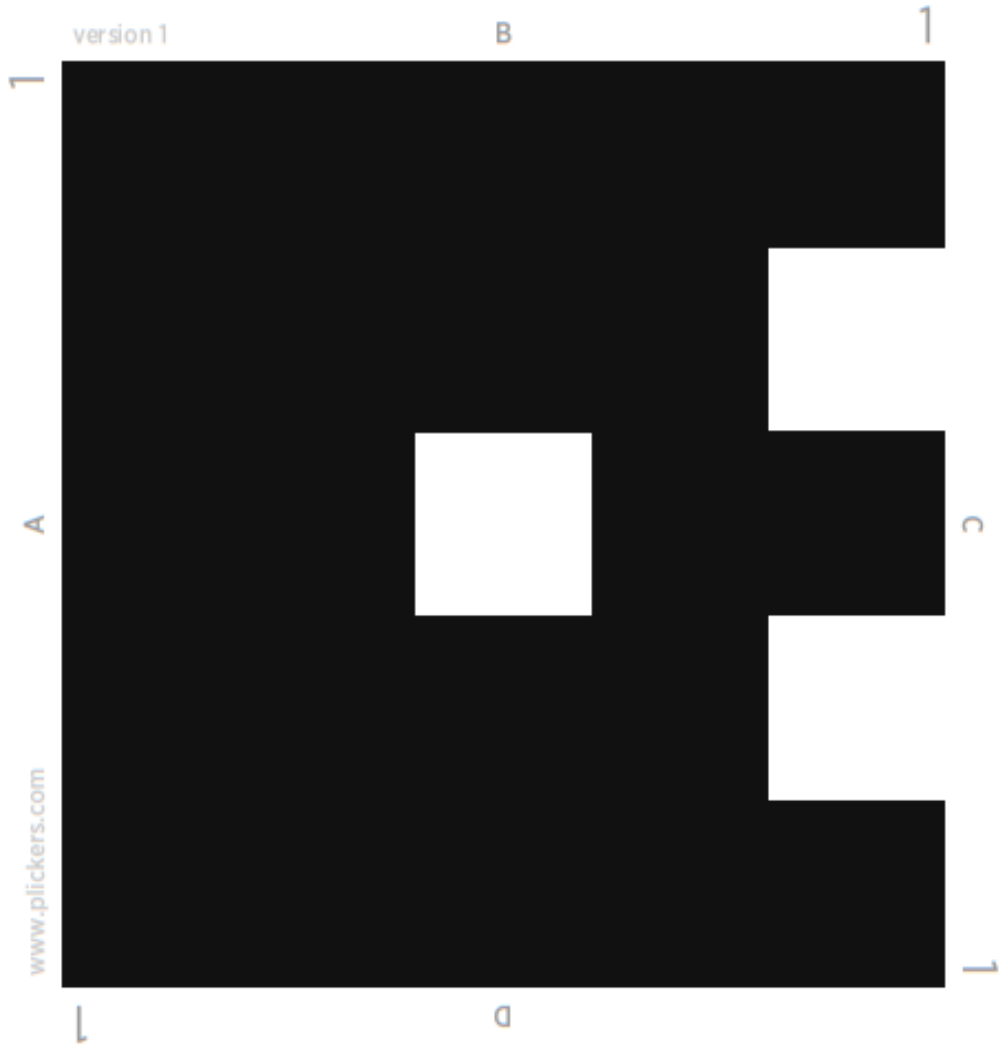
WELDY, T. G.; TURNIPSEED, D. L. Assessing and improving learning in business schools: Direct and indirect measures of learning. **Journal of Education for Business**, [S. l.], v. 85, n. 5, p. 268-273, jul. 2010. Disponível em: <https://www.proquest.com/docview/746425136/fulltext/C0910C37D8244C41PQ/1?accountid=26646>. Acesso em: 8 mar. 2022.

WILLIAMS, K. C.; WILLIAMS, C. C. Five Key Ingredients for Improving Motivation. **Research in Higher Education Journal**, [S. l.], v. 11, p. 1-23, 2011. Disponível em: [https://scholarsarchive.library.albany.edu/math\\_fac\\_scholar/1/](https://scholarsarchive.library.albany.edu/math_fac_scholar/1/). Acesso em: 4 mar. 2022.

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 13, n. 3, p. 67-80, set.-dez. 2011. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/ensaio/article/view/34725>. Acesso em: 28 jan. 2022.

ZABALA, A. A prática educativa: como ensinar. 1998, Porto Alegre: Artes Médicas.

**ANEXO 1 - Plickers Card usado pelos estudantes na aula com IpP**



**APÊNDICE A** - Questionário de avaliação do método de ensino quanto a motivação e percepção da aprendizagem.

DATA DE APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

DISCIPLINA:

PROFESSOR:

MÉTODO DE ENSINO UTILIZADO:

1. Qual o seu ponto de vista a respeito de aulas em que você é estimulado(a) a participar dialogando com seus colegas?

- a. ( ) Gosto muito
- b. ( ) Não gosto
- c. ( ) Sou indiferente

2. Em relação ao assunto recentemente abordado, você se sente motivado a buscar informações complementares sobre ele, além daquelas abordadas no decorrer da aula?

- a. ( ) Sim
- b. ( ) Não
- c. ( ) Talvez

3. Ainda em relação ao assunto recentemente abordado, você se sente motivado a conversar sobre ele com seus colegas fora da sala de aulas?

- a. ( ) Sim
- b. ( ) Não
- c. ( ) Talvez

4. Você se considera capaz de ensinar a respeito do assunto recentemente abordado?

- a. ( ) Sim
- b. ( ) Não
- c. ( ) Talvez

5. Se você tivesse que participar de uma avaliação sobre o assunto recentemente abordado, acredita que o seu índice de acerto estaria mais próximo de qual porcentagem?

- a. ( ) 85%
- b. ( ) 50%
- c. ( ) 35%

6. Como você avalia a importância do assunto recentemente abordado para a sua vida e para a sociedade?

- a. ( ) Muito importante
- b. ( ) Pouco importante
- c. ( ) Não tem importância

7. Você compreendeu e se sente capaz de aplicar o conhecimento acerca do assunto recentemente abordado?

- a. ( ) Compreendi o assunto e me sinto capaz de aplicar o conhecimento
- b. ( ) Compreendi o assunto, entretanto não me sinto capaz de aplicar o conhecimento
- c. ( ) Não compreendi o assunto e não sou capaz de aplicar o conhecimento

8. Você acredita que aprende melhor ouvindo uma conferência, lendo um livro ou resolvendo um desafio com ajuda dos colegas?

- a. ( ) Aprendo melhor ouvindo uma conferência
- b. ( ) Aprendo melhor lendo um livro
- c. ( ) Aprendo melhor resolvendo um desafio com ajuda dos colegas

9. Como você avalia o método de ensino recém utilizado pelo professor?

- a. ( ) Bom
- b. ( ) Ruim
- c. ( ) Sou indiferente

10. Você fez a leitura do material da pré-aula disponibilizado pelo professor?

- a. ( ) Sim, li tudo.
- b. ( ) Sim, mas não li tudo.
- c. ( ) Não li.

Utilize as linhas abaixo para escrever sobre aspectos positivos e negativos da metodologia de ensino utilizada pelo professor. Escreva no mínimo 3 linhas sobre cada.

ASPECTOS POSITIVOS:

---

---

---

ASPECTOS NEGATIVOS:

---

---

---

**APÊNDICE B** - Material, sobre Estados de energia, temperatura, pressão, trabalho, calor, equilíbrio termodinâmico indicado aos estudantes para a leitura prévia.

### 1. Estados de energia

Consideraremos um sistema qualquer de partículas (átomos, moléculas, gás, osciladores harmônicos etc.) com energia total  $E_r$ . Cujo comportamento evolui no tempo de acordo com certas regras fisicamente compatíveis com os estados prováveis do sistema. Assim, podemos supor que existem várias maneiras em que as partículas do sistema estejam sob determinadas configurações, de modo que, em conjunto, apresentem a energia total  $E_r$ . Assim chamamos a cada uma dessas maneiras de um estado do sistema.

Quando estudamos os gases ideais, considera-se que as variáveis pressão, volume, temperatura e número de mols, ou massa, caracterizam completamente as propriedades termodinâmicas de uma dada porção de gás. A Lei dos Gases Ideais mostra a relação entre essas variáveis. Podemos enumerar esses vários estados como  $r = 1, 2, 3, \dots$

Os estados microscópicos do sistema são ultimamente descritos pelas Leis da Mecânica Quântica (Equação de Schrödinger) que rege o próprio sistema. Por exemplo: Considere três elétrons, cada um com spin na direção  $z$  para cima ou para baixo e com respectivo momento magnético  $+\mu$  ou  $\mu$ . Na presença de um campo magnético externo  $B$ , cada elétron tem uma energia  $E = \mu B$  ou  $E = -\mu B$ . Se soubermos, por hipótese, que a energia total  $E$  do sistema é  $+\mu B$ , isso significa que dois elétrons têm spin positivo (+) e um deles tem spin negativo (-). Supondo que os elétrons são distinguíveis, os estados possíveis são (+ + -), (+ - +), (- + +). Qualquer um desses 3 estados apresentam a mesma energia  $+\mu B$ .

Classicamente, o estado de uma partícula é descrito por sua posição e seu momento linear, também conhecido como quantidade de movimento. Esta é uma grandeza física vetorial, pois apresenta módulo, direção e sentido, e é definido pelo produto da massa do corpo, em kg, por sua velocidade, em m/s. Dessa forma, sua unidade no Sistema Internacional é o kg.m/s. O momento linear é uma grandeza essencial para o estudo da transferência de movimento em sistemas com dois ou mais corpos onde ocorrem colisões ou quaisquer outras formas de interação entre os

corpos.

De acordo com as Leis da Mecânica Clássica (Leis de Newton), uma vez especificado este estado do sistema, sabemos como ele evolui no tempo. No caso de oscilador harmônico simples, por exemplo:

$$E = \frac{p^2}{2m} + \frac{1}{2}m\omega^2x^2 \quad (1)$$

Para uma energia fixa, todos os valores de posição  $x$  e momento linear  $p$  definidos na equação acima (formando uma elipse no plano  $x - p$ ) são possíveis estados do oscilador com energia  $E$ . Com isso em mente:

- $\Omega(E)$  é o número total de estados de um sistema com energia  $E$ ;
- Postulado estatístico básico: Em um sistema isolado, em equilíbrio e com energia  $E$ , todos os estados acessíveis, isto é, consistentes com a energia  $E$ , são igualmente prováveis;
- Como consequência, a probabilidade  $P(E)$  de o sistema com uma energia  $E$  é proporcional ao número de estados  $\Omega(E)$  com essa energia:

$$P(E) = C\Omega(E) \quad (2)$$

Onde  $C$  é um fator de normalização.

- Uma outra definição importante é a entropia  $S$  de um sistema, que é uma grandeza termodinâmica que mede a *desordem* de um sistema e a espontaneidade dos processos físicos. A grandeza termodinâmica denominada entropia, simbolizada pela letra  $S$ , está relacionada ao grau de organização conformacional de um sistema. Quanto maior seu grau conformacional, maior a desordem do sistema, maior a entropia.

$$S = k_B \ln \Omega(E) \quad (3)$$

Na fórmula acima,  $k_B$  é a constante de Boltzmann, sendo importante ressaltar que a entropia é uma medida do número de estados acessíveis de um sistema.

## 2. Temperatura, Pressão, Trabalho e Calor

O número de estados do sistema acima pode depender do volume  $V$  e do

número de partículas  $N$ , de forma que  $S = S(E, V, N)$ . Podemos, então, tomar  $E$  como função de  $S$ ,  $V$  e  $N$ :

$$E = E(S, V, N) \quad (4)$$

Uma maneira de alterar a energia de um sistema, por exemplo, no caso em que  $E = E(V)$  é realizando trabalho  $dW$  sobre ele. Em termos da pressão  $P$  feita pelo sistema, quando ele vai de um volume  $V$  a outro  $V + dV$ , temos que o trabalho realizado sob o sistema é:

$$dW = F ds = (P A) ds = P (A dS) = P dV \quad (5)$$

Ao realizar esse trabalho, a energia do sistema varia em  $dE = -dW = -P dV$ , e temos:

$$P = - \frac{\partial E}{\partial V} \quad (6)$$

No caso em que não há mudança no número de partículas de um sistema ( $dN = 0$ ), a única outra forma de alterar a energia do sistema é quando ele absorve ou cede calor  $dQ$  ao meio. O calor  $dQ$  é então definido como a variação na energia que não seja devida ao trabalho:

$$dE = -dW + dQ \quad (7)$$

$$dQ = dE + dW \quad (8)$$

Por outro lado, a diferencial total da energia na relação fundamental  $E(S, V, N)$  é:

$$dE = \frac{\partial E}{\partial S} dS + \frac{\partial E}{\partial V} dV + \frac{\partial E}{\partial N} dN \quad (9)$$

Definimos os parâmetros intensivos da Termodinâmica como as seguintes derivadas em relação aos parâmetros extensivos. Por definição, parâmetros intensivos são aqueles que não dependem da massa da amostra, e parâmetros extensivos são aqueles que dependem da massa ("extensão") da amostra. O volume é um exemplo de propriedade extensiva, pois a massa de 1 kg de algodão ocupará um volume muito maior do que a massa de 1 g desse mesmo material.

Por exemplo, a temperatura é uma propriedade intensiva. Uma forma de visualizar isso é imaginar que colocamos água para ferver. Se formos medir a

temperatura da água, o valor será o mesmo, independentemente se colocarmos o termômetro direto na panela com a água ou se o colocarmos em um copo com um pouco dessa água.

A densidade é outra propriedade intensiva. Por exemplo, a densidade de um cubo de gelo e de um iceberg é a mesma (0,92 g/cm<sup>3</sup>, em temperaturas abaixo de 0°C ao nível do mar), que é menor que a da água (1,0 g/cm<sup>3</sup>, sob a temperatura de aproximadamente 4°C e sob pressão ao nível do mar, que é igual a 1,0 atm.). Por isso, tanto um cubo de gelo como um iceberg flutuam sobre a água.

Já os parâmetros extensivos são aqueles que dependem da massa, extensão da amostra. O volume é um exemplo de propriedade extensiva, pois a massa de 1 kg de algodão ocupará um volume muito maior do que a massa de 1 g desse mesmo material.

A energia liberada em combustões também é extensiva, pois a energia liberada na queima de um palito de fósforo é bem menor do que a energia liberada na queima de vários galhos em uma fogueira. Portanto, podemos definir temperatura  $T$ , pressão  $P$  e potencial químico da seguinte forma:

$$\text{Temperatura} \rightarrow T = \frac{\partial E}{\partial S} \quad (10)$$

$$\text{Pressão} \rightarrow P = - \frac{\partial E}{\partial V} \quad (11)$$

$$\text{Potencial Químico} \rightarrow \mu = \frac{\partial E}{\partial N} \quad (12)$$

De acordo com o que está descrito em  $dE$  da equação (9), resulta:

$$dE = T dS - P dV + \mu dN \quad (13)$$

Primeira Lei da Termodinâmica, que reflete o princípio de conservação de energia. No caso particular em que  $dN = 0$ , temos então:

$$dE = T dS - dW \quad (14)$$

E comparando com a equação (8),  $dQ = dE + dW$ , temos que o calor é dado

por:

$$dQ = T dS \quad (15)$$

Temos que a equação (15) é o elemento de calor transferido. Colocando  $dS$  em evidência em (13):

$$dS = \frac{1}{T} dE + \frac{P}{T} dV - \frac{\mu}{T} dN \quad (16)$$

A descrição da energia livre de Gibbs, também conhecida como entalpia livre, é feita em função da pressão, temperatura e número de mols e descreve a maneira com que vários experimentos são realizados. Em casos em que  $T$  e  $p$  são constantes, reduzem os problemas à obtenção dos  $\{N_j\}$ , onde é possível trocar energia e trabalho.

A diferencial total de  $S(E, V, N)$  é dada por:

$$dS = \left(\frac{\partial S}{\partial E}\right) dE + \left(\frac{\partial S}{\partial V}\right) dV + \left(\frac{\partial S}{\partial N}\right) dN \quad (17)$$

Comparando (16) e (17), obtemos:

$$\frac{1}{T} = \frac{\partial S}{\partial E} = k_B \frac{\partial \ln \Omega(E)}{\partial E} \quad (18)$$

Onde a grandeza  $\beta$  é definida como:

$$\beta = \frac{1}{k_B T} = \frac{\partial \ln \Omega(E)}{\partial E} \quad (19)$$

Como a energia interna é um potencial termodinâmico que pode ser descrito em função da entropia ( $S$ ) e de outras variáveis extensivas, em outras palavras, esse potencial termodinâmico trata das relações entre a energia interna  $E$  e variáveis, como a entropia ( $S$ ), o volume ( $V$ ) e o número de mols ( $N$ ), em um sistema isolado. Com isso, será feita uma análise da seguinte equação a partir do conhecimento da energia interna  $E(S, V, N)$  e da Primeira Lei da Termodinâmica. Para essa função, temos a equação (17):

$$dS = \left(\frac{\partial S}{\partial E}\right) dE + \left(\frac{\partial S}{\partial V}\right) dV + \left(\frac{\partial S}{\partial N}\right) dN \quad (17)$$

E definimos:

$$\text{Temperatura} \rightarrow \frac{1}{T} = \left( \frac{\partial S}{\partial E} \right) \quad (18)$$

$$\text{Pressão} \rightarrow \frac{P}{T} = \left( \frac{\partial S}{\partial V} \right) \quad (19)$$

$$\text{Potencial Químico} \rightarrow \frac{\mu}{T} = - \left( \frac{\partial S}{\partial N} \right) \quad (20)$$

Assim, usando  $S = K_B \ln \Omega(E, V, N)$  e  $\beta = (K_B T)^{-1}$ , são equivalentes a:

$$\beta = \frac{\partial \ln \Omega(E, V, N)}{\partial E} \quad (21)$$

$$\beta P = \frac{\partial \ln \Omega(E, V, N)}{\partial V} \quad (22)$$

$$\beta \mu = - \frac{\partial \ln \Omega(E, V, N)}{\partial N} \quad (23)$$

Em termos destas, o elemento  $dS$  fica da seguinte forma:

$$dS = \frac{dE}{T} + \frac{P}{T} dV - \frac{\mu}{T} dN \quad (24)$$

Ou equivalentemente, como antes,

$$T dS = dE + P dV - \mu dN \quad (25)$$

### 3. Equilíbrio Termodinâmico

Conforme Leonel Edson Denis, no equilíbrio termodinâmico, as propriedades macroscópicas de um sistema não mudam. Embora possa haver transições nos estados microscópicos, estes não alteram o estado macroscópico do sistema. Este estado é atingido quando a probabilidade  $P(E, V, N)$  atinge seu máximo.

Podemos considerar um sistema A com energia E, volume V e N partículas em contato térmico com outro sistema A' com energia E', volume V' e N' partículas. O sistema combinado  $A^0 = A+A'$  tem energia  $E^0$ , volume  $V^0$  e número de partículas  $N^0$  conservados:

$$E^0 = E + E' = \text{constante} \quad (26)$$

$$V^0 = V + V' = \text{constante} \quad (27)$$

$$N^{\circ} = N + N' = \text{constante} \quad (28)$$

Se A tem energia E, a energia de A' está determinada a ser  $E' = E^{\circ} - E$ . Bem como para o volume e número de partículas, observe por  $\Omega^{\circ}(E, V, N)$  o número de estados do sistema combinado A<sup>o</sup> quando A tem energia E, volume V e N partículas. A probabilidade de ter A<sup>o</sup> tal que A tem essas características é

$$P(E, V, N) = C\Omega^{\circ}(E, V, N) \quad (29)$$

Seja  $\Omega(E, V, N)$  o número de estados de A com energia E, e similarmente  $\Omega'(E', V', N') = \Omega'(E^{\circ} - E, V^{\circ} - V, N^{\circ} - N)$  o número de estados de A' com energia E'. Temos então que

$$\Omega^{\circ}(E, V, N) = \Omega(E, V, N) \Omega'(E', V', N') \quad (30)$$

e, portanto,

$$P(E, V, N) = C\Omega(E, V, N) \Omega'(E', V', N') \quad (31)$$

No equilíbrio, P(E, V, N) é máxima, bem como seu logaritmo:

$$\ln P(E, V, N) = \ln C + \ln \Omega(E, V, N) + \ln \Omega'(E', V', N') \quad (32)$$

Portanto,

$$d \ln P = \frac{\partial \ln P}{\partial E} dE + \frac{\partial \ln P}{\partial V} dV + \frac{\partial \ln P}{\partial N} dN = 0$$