



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA

VITORIA TATIANY DA SILVA MOURA

**SALA DE AULA INVERTIDA E TEORIA DA DUPLA  
CODIFICAÇÃO:  
CONEXÕES POSSÍVEIS PARA O ENSINO DE QUÍMICA**

---

Londrina

2023

VITORIA TATIANY DA SILVA MOURA

**SALA DE AULA INVERTIDA E TEORIA DA DUPLA CODIFICAÇÃO:  
CONEXÕES POSSÍVEIS PARA O ENSINO DE QUÍMICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em química, do Centro de Ciências Exatas, da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Química.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Maia Cirino.

Londrina

2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

MOURA, VITORIA .

SALA DE AULA INVERTIDA E TEORIA DA DUPLA CODIFICAÇÃO :  
CONEXÕES POSSÍVEIS PARA O ENSINO DE QUÍMICA / VITORIA MOURA.  
- Londrina, 2023.  
105 f.

Orientador: Marcelo Cirino.  
Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Estadual de Londrina,  
Centro de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Química, 2023.  
Inclui bibliografia.

1. Sala de Aula invertida - Tese. 2. Teoria da Dupla Codificação - Tese. 3.  
Ensino e Aprendizagem - Tese. 4. Teorias de Ensino e Aprendizagem - Tese. I.  
Cirino, Marcelo. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Exatas.  
Programa de Pós-Graduação em Química. III. Título.

CDU 54

VITORIA TATIANY DA SILVA MOURA

**SALA DE AULA INVERTIDA E TEORIA DA DUPLA CODIFICAÇÃO:  
CONEXÕES POSSÍVEIS PARA O ENSINO DE QUÍMICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em química, do Centro de Ciências Exatas, da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Química.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Maia Cirino.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Maia Cirino  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

---

Prof. Dr. Aginaldo Robinson de Souza  
Universidade Estadual Paulista – UNESP

---

Prof. Dr. Gustavo Pricinotto  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
- UTFPR

Londrina, 13 de dezembro de 2023.

## AGRADECIMENTOS

Obrigada ao Prof. Dr. Marcelo Cirino, meu orientador, que, inicialmente, acreditou em mim e me aceitou como sua orientanda neste programa de mestrado. Ele compreendeu todos os desafios ocorridos durante o período e juntos construímos esta pesquisa, que, ao final, foi concluída nesta dissertação. Também sou grata a todos os professores que se apresentaram no decorrer do programa, de forma direta ou indireta, contribuindo para o meu crescimento pessoal e profissional, fazendo-me perceber a profissional que sou e aquela que almejo ser.

Expresso minha gratidão à minha família, em especial, minha mãe, Fátima, e ao meu marido, David, que nunca duvidaram da minha capacidade de concluir este mestrado e ainda acreditam que posso alcançar lugares mais altos, distantes e sonhados, independentemente das dificuldades. E, claro, obrigada aos meus filhos, Inaê e Kauê. Inaê, minha sereia, esteve presente desde o início desta jornada, assistindo a muitas aulas em meu colo durante a pandemia enquanto seu pai trabalhava. Kauê, meu gavião, que chegou como um furacão em minha vida no meio desta jornada, também me deu mais tempo para aproveitá-la, estando presente em muitos momentos, desde a barriga até o chão.

À Dalira, devo expressar minha imensa gratidão. Você me mostrou o caminho para alcançar esse objetivo, e o fez de maneira que fosse impossível desistir dele. Sou grata, de todo o meu coração, pois não acreditei que seria capaz. Laroyé.

Sou grata a Deus, pois tudo que existe na terra é permitido por Ele, a todos que contribuíram de forma direta ou indireta para que este mestrado fosse concluído e este trabalho fosse escrito, aos amigos que fiz no meio do caminho, como o meu amigo Carlos, que, mesmo distante, nunca mostrou desinteresse em me ajudar.

Por fim, agradeço a mim mesma. Pode parecer um pouco de egocentrismo, mas tudo se fez e se concretizou, de fato, devido à minha força de vontade. Portanto, agradeço a todos, citados e não citados, e a mim mesma por esta incrível jornada chamada Mestrado em Química e Tecnologia Educacional.

*Exu matou um pássaro ontem, com uma  
pedra que só jogou hoje. Laroyè*

Ditado Yorubá

MOURA, Vitória Tatiany da Silva. **Sala de aula invertida e Teoria da Dupla Codificação**: conexões possíveis para o ensino de Química. 2023. 106. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2023.

## RESUMO

Este estudo investiga a crescente necessidade e impacto da implementação de metodologias ativas, concentrando-se na "sala de aula invertida" e na análise da Teoria da Codificação Dual. A pesquisa foi conduzida em um curso pré-vestibular em Londrina, Paraná, com o objetivo de avaliar se a combinação dessas metodologias propicia episódios de aprendizagem significativos. Partindo da premissa, a de que é crucial articular o conhecimento à vivência do estudante, o estudo destaca a preferência contemporânea por imagens e vídeos em detrimento de textos extensos. Afinal, a formação de imagens mentais é apresentada como uma ferramenta facilitadora do processo de ensino-aprendizagem. Assim, a necessidade de metodologias diferenciadas para promover a aprendizagem significativa é ressaltada, enquanto a inversão da sala de aula é explorada como uma referência para uma educação mais personalizada. A metodologia incluiu a disponibilização prévia de textos e de vídeos, seguida por questionários para avaliação dos alunos e do método. Por sua vez, a análise dos resultados indica que, apesar da não leitura prévia dos materiais, os alunos conseguem se apropriar do conteúdo durante uma aula adaptada, como a realização de uma roda de conversa e o uso do simulador *Peth Colorado* desenvolvido para uma compreensão mais dinâmica do conteúdo. Ademais, a avaliação dos alunos revelou uma receptividade positiva à abordagem da proposta, destacando a integração eficaz entre sala de aula e tecnologia. Embora alguns alunos tenham expressado uma preferência possível pela metodologia tradicional por hábito, a maioria deles beneficia a utilização de imagens e de logotipos, destacando-se a cooperação cognitiva entre esses sistemas independentes. Os resultados indicam uma mudança substancial na forma como os alunos aprendem, enfatizando a necessidade de metodologias diferenciadas e a integração efetiva de tecnologias como recurso didático. A articulação da tecnologia com as abordagens de ensino emerge como um facilitador no processo de aprendizagem significativo, proporcionando uma abordagem mais acessível e atraente para os estudantes. Em suma, a aplicação da "sala de aula invertida" associada à Teoria da Codificação Dual mostrou-se eficaz, permitindo que os alunos se apropriassem do conteúdo de maneira mais engajada e gerando uma resposta geralmente positiva à abordagem. Isso destaca a importância de adaptar o sistema educacional às demandas contemporâneas, incorporando metodologias inovadoras e a tecnologia como aliadas no processo educacional.

**Palavras-chave:** Aprendizagem significativa; *Flipped Classroom*; Teoria da Dupla Codificação; Sala de aula invertida; *Peth Colorado*.

MOURA, Vitória Tatianny da Silva. **Inverted classroom and Double Coding Theory: possible connections for teaching chemistry.** 2023. 106 pages. Master Thesis (Master's degree in Chemistry ) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina 2023.

## **ABSTRACT**

This study investigates the growing need for and impact of implementing active methodologies, focusing on the "inverted classroom" and the analysis of Dual Coding Theory. The research was conducted in a pre-university course in Londrina, Paraná, with the aim of assessing whether the combination of these methodologies provides meaningful learning episodes. Starting from the premise that it is crucial to link knowledge to the student's experience, the study highlights the contemporary preference for images and videos over long texts. After all, the formation of mental images is presented as a tool that facilitates the teaching-learning process. Thus, the need for different methodologies to promote meaningful learning is highlighted, while the inversion of the classroom is explored as a reference for a more personalized education. The methodology included the prior provision of texts and videos, followed by questionnaires to evaluate the students and the method. Analysis of the results shows that, despite not having read the materials beforehand, the students manage to grasp the content during an adapted lesson, such as a conversation circle and the use of the PhET Colorado simulator developed for a more dynamic understanding of the content. In addition, the students' evaluation revealed a positive response to the proposal's approach, highlighting the effective integration between the classroom and technology. Although some students expressed a possible preference for the traditional methodology out of habit, most of them benefited from the use of images and logos, highlighting the cognitive cooperation between these independent systems. The results indicate a substantial change in the way students learn, emphasizing the need for differentiated methodologies and the effective integration of technologies as a teaching resource. The articulation of technology with teaching approaches emerges as a facilitator in the process of meaningful learning, providing a more accessible and attractive approach for students. In short, the application of the "inverted classroom" associated with Dual Coding Theory proved to be effective, allowing students to appropriate the content in a more engaged way and generating a generally positive response to the approach. This highlights the importance of adapting the educational system to contemporary demands, incorporating innovative methodologies and technology as allies in the educational process.

**Keywords:** Meaningful learning; Flipped Classroom; Dual Coding Theory; Inverted Classroom; PhET Colorado.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Níveis de processamentos associados a DTC .....	56
<b>Figura 2</b> - Exemplo de conexões representacionais, referenciais e associativas para a frase concreta “casamento real” .....	62
<b>Figura 3</b> - Captura de tela do simulador PhetColorado que foi utilizado pelos alunos durante a apresentação .....	69
<b>Figura 4</b> - Simulação <i>Build a Molecule</i> , Phet Colorado .....	76
<b>Figura 5</b> - Simulação Build a Molecule/single, Phet Colorado .....	76
<b>Figura 6</b> - Simulação Build a Molecule/single, Phet Colorado .....	77
<b>Figura 7</b> - Simulação Build a Molecule/single, Phet Colorado .....	77
<b>Figura 8</b> - Simulação <i>Build a Molecule/single/molecular oxygen</i> , Phet Colorado .....	78
<b>Figura 9</b> - Simulação Build a Molecule/multiple, Phet Colorado .....	78
<b>Figura 10</b> - Simulação Build a Molecule/playground, Phet Colorado .....	79
<b>Figura 11</b> - Simulação <i>Build a Molecule/single</i> , Phet Colorado .....	79
<b>Figura 12</b> - Questionário .....	88

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Comparação do uso do tempo nas salas de aula tradicional e invertida.....	28
<b>Tabela 2</b> – Diagrama ortogonal entre códigos e modalidades de sentido .....	54
<b>Tabela 3</b> – Pergunta 1 .....	80
<b>Tabela 4</b> – Pergunta 2 .....	82
<b>Tabela 5</b> – Pergunta 3 .....	84
<b>Tabela 6</b> – Pergunta 4 .....	86
<b>Tabela 7</b> – Pergunta 1 .....	89
<b>Tabela 8</b> – Pergunta 2 .....	91
<b>Tabela 9</b> – Pergunta 4 .....	95
<b>Tabela 10</b> – Pergunta 5 .....	97
<b>Tabela 11</b> – Pergunta 6 .....	99
<b>Tabela 12</b> - Análise da concordância dos estudantes com a metodologia .....	101

## SUMÁRIO

<b>CONSIDERAÇÕES INICIAIS</b> .....	16
<b>1 SALA DE AULA INVERTIDA – SAI</b> .....	20
1.1 O que é a SAI? .....	20
1.2 Como tudo começou.....	23
1.3 Reavaliação do Método: olhar para o aprendiz .....	25
1.4 Gestão do tempo: antes e depois da SAI.....	28
1.5 A organização do método: como identificar, aplicar e replicar .....	32
1.6 Taxonomia de Bloom e a Aprendizagem para o domínio .....	33
1.7 Análise geral do processo .....	39
<b>2 DUAL CODDING THEORY – TEORIA DA DUPLA CODIFICAÇÃO (TDC)</b> .....	41
2.1 Sobre a obra .....	41
2.2 O Surgimento da TDC .....	43
2.3 Contexto Histórico e Filosófico .....	45
2.4 O que é a TDC? .....	53
2.5 Tipos de processamentos.....	56
2.6 Funções associadas ao processamento.....	58
2.7 Significado para a TDC.....	60
2.8 Modelos Mentais .....	61
2.9 Gramática, Metáfora e a TDC.....	63
2.10 O Afeto e a TDC .....	64
2.11 Memória e a TDC .....	65
2.12 TDC, Teorias Atuais, Contribuições Gerais .....	66
<b>3 A COLETA DOS DADOS</b> .....	68
3.1 Como se deu o planejamento e desenvolvimento da coleta de dados. ....	68
3.2 A respeito do ambiente onde foi aplicado o método .....	69
3.3 A Respeito do Regimento Interno.....	70
3.4 A Respeito da Aplicação do método para coleta de dados .....	72
3.5 A respeito dos exercícios respondidos pelos alunos .....	79
3.6 Avaliação do método .....	88
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	105
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	107

## CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Para que a educação seja humanizadora, é necessário que o conhecimento proposto esteja articulado à vivência do estudante, de modo que ele possa agir criticamente diante do que é considerado conhecimento científico (FREIRE, 2019). No entanto, como professora há quase uma década, me deparo com uma realidade de estudantes entediados, desmotivados e com uso não direcionado das tecnologias que têm em mãos.

Como uma apaixonada pela educação, pela leitura e pela escrita de textos e de livros que contribuem para o meu aprendizado sobre este ato maravilhoso que é educar, deparei-me com situações em que os estudantes não demonstravam interesse ativo no processo. Logo, as aulas acabavam se tornando cansativas, estressantes e sem resultados significativos. É importante ressaltar que os estudantes se acostumaram amplamente ao acesso à informação, bem como à preferência pela utilização de imagens e de vídeos ao invés de textos longos.

Carvalho (2002) menciona os estudos realizados por Paivio, destacando que as imagens têm um impacto significativo na memória, pois os dois sistemas cognitivos de processamento operam de forma independente, mas, quando ativados simultaneamente, tornam o assunto mais fácil para ser lembrado. Portanto, esses estudos ilustram a importância da associação de palavras e de imagens, que podem ser combinadas com o acesso à tecnologia e à facilidade de recepção de informações, contribuindo, assim, para o processo de ensino e de aprendizagem.

O uso frequente da tecnologia, que é reproduzido dentro de casa e que proporciona acesso facilitado à informação, gera um interesse coletivo que, paradoxalmente, aproxima e distancia as pessoas ao mesmo tempo. Isso pode levar a um desinteresse pelo que é tradicional. Portanto, é necessário direcionar esses aspectos de maneira mais vantajosa para a educação. De acordo com Valente (2014), existem inúmeras maneiras de articular atividades síncronas e assíncronas, sendo a utilização da Sala de Aula Invertida uma delas, em que o estudo do material ocorre antes da aula. O acesso a esse material, por sua vez, pode ser feito através de uma plataforma ou algo semelhante, direcionando a tecnologia para fins educacionais.

Os autores Pereira e Silva (2018) reiteram o que Paulo Freire já defendia: a importância de utilizar metodologias ativas para protagonizar o ensino, tornando a

educação mais dinâmica e permitindo que os estudantes se tornem críticos por meio da problematização e dos desafios. Esses mesmos autores afirmam que as metodologias ativas têm a responsabilidade de problematizar e tornar o ensino mais atraente. Vale ressaltar que problematizar o ensino significa mudar a maneira com que os alunos recebem o conteúdo.

Além disso, grande parte das escolas proíbem a utilização de tecnologia e os professores fazem “vista grossa” às situações corriqueiras. Logo, algo que poderia tornar a educação mais compensatória e os alunos mais comprometidos acaba se perdendo pelo caminho. Dessa maneira, os questionamentos sobre como melhorar o processo de ensino e aprendizagem, bem como atrair jovens estudantes para participarem ativamente do contexto educacional me motivaram e desencadearam esta pesquisa.

Ao me deparar com a disciplina de mestrado que desenvolve aspectos relacionados às metodologias ativas e às teorias de ensino e aprendizagem, imaginei e pesquisei sobre como as tecnologias e os processos de ensino poderiam se articular. É óbvio que tal processo se beneficia do uso das tecnologias, sendo necessário um direcionamento atento e parcimonioso.

Portanto, com o objetivo de aprimorar estratégias de ensino que possam potencializar a aprendizagem, planejamos a implementação de um arranjo didático conhecido como *Flipped Classroom* ou Sala de Aula Invertida. Assim sendo, nossa proposta é explorar, por meio da Teoria da Cognição Geral, de Alan Paivio, e da Teoria da Aprendizagem Significativa, de David Ausubel, ações que possam otimizar esse processo de ensino. Esse método inovador inverte a ordem tradicional de aprendizado, permitindo que os alunos explorem os conceitos em casa e apliquem o que aprenderam na sala de aula. Acreditamos que essa abordagem pode promover uma aprendizagem mais profunda e significativa.

Paivio (1986) baseia-se na ideia de que a formação de imagens mentais pode ajudar no processo de ensino-aprendizagem. Percebe-se, então, a validade da utilização de metodologias diferenciadas durante o processo, com o intuito da promoção da aprendizagem significativa que, segundo Ausubel (2003), envolve a interação entre os conhecimentos prévios e os novos, possibilitando ao aluno criar articulações entre os conteúdos.

Para fomentar uma aprendizagem significativa, sugerimos a incorporação de recursos visuais, como imagens, vídeos, textos e simuladores no processo de

ensino. Conforme Bergmann e Sans (2016) defendem, a inversão da sala de aula pode proporcionar uma educação personalizada para os estudantes, a qual é adaptada às necessidades individuais de cada um. Essa abordagem, por sua vez, envolve o contato inicial com o conteúdo antes da aula, permitindo que os conceitos sejam discutidos, praticados e aplicados coletivamente na sala de aula, tornando-os acessíveis e replicáveis no futuro. Além disso, acreditamos que essa metodologia pode promover uma maior interação entre os alunos e o professor, facilitando o esclarecimento de dúvidas e o aprofundando da compreensão dos tópicos abordados. Logo, a utilização de recursos multimídia pode enriquecer ainda mais essa experiência, tornando o aprendizado mais dinâmico e interessante. Finalmente, a personalização do ensino permite que cada aluno avance em seu próprio ritmo, respeitando suas individualidades e potencializando seu desenvolvimento.

Portanto, a presente pesquisa tem como objetivo geral desenvolver uma estratégia didática que permita a incorporação de metodologias ativas nos processos de ensino e de aprendizagem. Além disso, pretendemos analisar a eficácia do arranjo didático conhecido como *Flipped Classroom* ou Sala de Aula Invertida, no contexto da aprendizagem significativa. Essa estratégia envolve o uso de várias ferramentas, incluindo imagens, textos, vídeos e simulador *PhetColorado*, as quais são fundamentadas na Teoria da Cognição Geral de Paivio.

A análise central desta investigação envolve a utilização de vídeos, de textos e a produção de resumos para aprimorar o conhecimento dos alunos e promover discussões em sala de aula sobre o tema “Ligações Químicas”. Por sua vez, os participantes desta pesquisa são alunos de escolas estaduais da cidade de Londrina, interior do estado do Paraná, que estão, atualmente, matriculados em um curso pré-vestibular voluntário.

Adicionalmente, empregamos o *software PhetColorado* que é um projeto da Universidade do Colorado Boulder que cria simulações interativas gratuitas de matemática e de ciências. As simulações do *PhET* são baseadas em extensa pesquisa educacional e envolvem os alunos por meio de um ambiente intuitivo e semelhante a um jogo, em que os alunos aprendem por meio de exploração e descoberta (*PhET Interactive Simulations*, 2023).

De acordo com a pesquisa de Frederico e Gianotto (2016), o processamento cognitivo ocorre de maneira cooperativa entre sistemas independentes, como imagens e sons. Por isso, acreditamos que a integração da tecnologia ao ensino

pode facilitar o processo de aprendizagem, tornando-o mais significativo e acessível aos estudantes de maneira agradável e satisfatória.

## 1 SALA DE AULA INVERTIDA – SAI

### 1.1 O QUE É A SAI?

Utilizaremos o conceito de *Flipped Classroom*, ou seja, Sala de Aula Invertida (SAI), tendo como principais referências Bergmann (2016) e Sams (2016) - laureados com o Prêmio Presidencial por Excelência no Ensino de Matemática e Ciências (*Presidential Award for Excellence for Math and Science Teaching*) - autores do livro *Flip your Classroom: reach every student in every class every day*, Sala de Aula Invertida: uma metodologia ativa de aprendizagem. Por sua vez, Valerio e Moreira (2018, p. ) alegam que esta é “a referência mais explícita e sistemática da SAI”.

Bergman e Sams (2016) se tornaram responsáveis pela descrição e aprimoramento do que foi chamado de arranjo didático, sendo este a sala de aula invertida. Ademais, é importante ressaltar que tal metodologia ativa passa despercebida no cotidiano escolar, porém, ela já se disseminou e é muitíssima utilizada, mesmo que de forma adaptada, por inúmeros professores em sala de aula.

A Sala de Aula Invertida é uma abordagem pedagógica que permite aos alunos se familiarizarem com os conteúdos do curso antes da aula formal, otimizando o tempo no ambiente escolar para atividades interativas, como discussões em grupo e resolução de problemas. Esse método coloca os alunos no centro do processo de aprendizagem, incentivando a autodisciplina e a responsabilidade, enquanto o professor atua como um facilitador. Em suma, visa maximizar o engajamento dos alunos e aprofundar sua compreensão dos conteúdos, além de promover habilidades como pensamento crítico e colaboração. Assim, é possível verificar que se trata de uma metodologia ativa, na qual a utilização das tecnologias é importante (VALERIO; MOREIRA, 2018).

O objetivo é inverter os processos de ensino e de aprendizagem, transformando o professor em um mediador do processo e o aluno em um participante ativo. Esse processo ocorre de maneira colaborativa, com professores e com alunos trabalhando em harmonia. Isso promove um conhecimento investigativo, no qual se lê, observa, desenvolve e executa. Assim, a aprendizagem torna-se uma experiência interativa e envolvente.

Podemos dizer que a inversão das situações, nada mais é do que uma aposta no processo de leitura e na interpretação, pois ambos são essenciais à aprendizagem. Além disso, prioriza-se o contato prévio com os conteúdos, independentemente de ele ser novamente explicado pelo professor em sala, ou de ser discutido em rodas de conversas, ou por meio de resolução de atividades, ou dentre inúmeras outras formas de desdobramentos. A questão é que esse contato, apresentado previamente ao aluno, pode trazer memórias relacionadas, (re)conhecimento dos conteúdos e instigar a curiosidade relacionada a ele, portanto, incentiva e motiva de modo positivo o processo de aprendizagem.

Por conseguinte, é notório que esse processo também tem potencial para transformar o aluno em protagonista, pois ele se reconhece em sala de aula e percebe a valorização de suas tarefas. Pereira e Silva (2018), por sua vez, afirmam que a ideia de protagonizar o aluno, bem como buscar formas inovadoras para o desenvolvimento do ensino e da aprendizagem é uma estratégia emergente, vindo ao encontro do que está descrito no livro de Bergman e Sams, em que, logo no prefácio (escrito por Karl Fisch), são apresentados importantes observações, questionamentos, como *“qual a melhor solução para os meus alunos?”* *“Como usar com mais eficácia a tecnologia, de maneira a atender melhor às necessidades dos alunos”*, sendo de extrema importância ressaltar que essa metodologia vem ao encontro das necessidades dos estudantes, dos seus anseios e de suas expectativas.

O ato de (re)conhecer o aluno e a turma em si, identificando ideias e estratégias para a implementação de quaisquer metodologias norteadoras, tornando o aluno protagonista, o prepara com maior excelência para o desenvolvimento e apropriação dos conceitos, bem como suas aplicações e contatos posteriores, relacionados a outras disciplinas/temas.

Assim, percebe-se que o intuito é protagonizar a ação dos estudantes. Paulo Freire (1987) já tratava da necessidade de problematizar a educação ao apontar sobre a *“periculosidade da consciência crítica”*, além de relatar sobre um operário que fez a seguinte colocação: *“não posso dizer que haja entendido todas as palavras que foram ditas aqui, mas uma coisa posso afirmar: cheguei a esse curso, ingênuo e, ao descobrir-me ingênuo, comecei a tornar-me crítico”*. Logo, problematizar o processo de ensino e de aprendizagem, bem como oferecer meios de articular ambos com a tecnologia é trazer (re)conhecimento ao estudante.

A articulação promovida pela sistematização da SAI também pode estar proporcionando tal consciência crítica, bem como o operário citado por Freire, em que assume não ter entendido todas as palavras e, por esse motivo, torna-se crítico. Ou seja, trata-se de uma demonstração da necessidade de tornar a aprendizagem ativa e, em inúmeros aspectos, entender-se como centro do processo, além de fazer o que for necessário para promoção de aprendizagem. Ademais, o estudante precisa se sentir responsável pelo processo, trazendo para o centro e aplicando suas habilidades prévias e adquiridas.

Por conseguinte, existem diversas abordagens no processo de ensino e de aprendizagem, refletindo a diversidade de estilos de aprendizagem e de métodos de ensino. As salas de aula, longe de serem convencionais, incorporam uma variedade de recursos além do quadro e do aparelho tradicionais. Esses, assim como muitos outros instrumentos, estão disponíveis para alunos e professores explorarem em conjunto.

Entretanto, é importante distinguir a abordagem tradicionalista/bancária da educação. A educação tradicionalista, muitas vezes referida como "bancária", envolve uma transmissão unidirecional de conhecimento, em que os alunos são vistos como receptores passivos. Nesse contexto, o foco pode ser na cópia e na memorização de informações, sem uma ênfase significativa na compreensão profunda ou na aplicação prática do conhecimento. Essa abordagem pode limitar a capacidade dos alunos de desenvolver habilidades críticas e criativas.

A partir desse princípio, pode-se observar que:

Grande número de estudantes com dificuldades, realmente desejosos de aprender, acabam ficando para trás. Outros se sentem tão oprimidos que perdem os principais conceitos. Ainda há outros que entram no "jogo da escola", mas nunca cumprem os objetivos didáticos básicos dos respectivos cursos (BERGMAN; SAMS, 2016, p. ).

Esse fragmento demonstra a heterogeneidade existente dentro do universo escolar. Em outras palavras, cada indivíduo aprende de uma forma, assim como cada professor ensina de uma maneira. Lembrando que ensinar não é sinônimo de aprender. Afinal, aprendizagem está relacionada a interesse e à pré-disposição. Utilizar-se de M.A. (metodologias ativas) em sala de aula é essencial, por isso a SAI pode ser uma contribuinte importante no processo. Ainda com base em Bergman e

Sams (2016), a utilização da SAI possibilita o atendimento de todos os tipos de estudantes, acolhendo suas necessidades, pois cabe ao professor à personalização do ensino para o aprendizado deles, independentemente da disciplina. Leitura, interpretação, desenvolvimento de cálculos, pesquisasse desenhos. Inúmeras podem ser as estratégias utilizadas. Em alguns casos, a observação de uma imagem, ou, até mesmo, a leitura de um pequeno trecho pode iniciar o processo, bem como motivar as pesquisas, incitando, assim, a curiosidade.

Percebe-se, então, que os ajustes são necessários em qualquer ocasião. Desde o modo como os alunos se distribuem em sala de aula, até a forma como as cortinas ficam abertas ou fechadas para que eles copiem da lousa em uma aula tradicional. Não seria diferente com uma metodologia ativa de aprendizagem. Afinal, ela deve ser flexível e adaptável ao contexto e contribuir com a aula do professor e com a aprendizagem do aluno.

## 1.2 COMO TUDO COMEÇOU

Bergman e Sams (2016) empreenderam uma análise da realidade de uma escola situada em área rural, descrita pela presença significativa de alunos envolvidos em atividades esportivas. Diante da necessidade de atender aos estudantes ausentes e proporcionar-lhes acesso aos conteúdos ministrados na sala de aula, os pesquisadores adotaram uma abordagem inovadora. Inicialmente, optaram por gravar suas aulas, disponibilizando-as, posteriormente, para os alunos faltantes. Essa prática visava, a priori, melhorar o tempo dedicado às aulas, uma vez que não seria mais necessário destinar parte do período letivo à revisão de conteúdos para os estudantes ausentes. Além disso, a disponibilidade desses dados permitiria aos alunos visitar o material antes de avaliações, constituindo-se como uma ferramenta valiosa de retomada de conteúdo.

A iniciativa de Bergman e Sams (2016) reflete não apenas uma estratégia de gestão do tempo em sala de aula, mas uma abordagem pedagógica que atende às demandas específicas dos estudantes e busca integrar a tecnologia de forma eficiente no processo educacional. Esse método, por sua vez, não atende apenas às necessidades dos alunos faltosos, como também promove a autonomia do aprendizado, oferecendo uma ferramenta flexível e acessível para revisão dos assuntos trabalhados anteriormente.

A previsão dessa proposta metodológica investigada de uma colaboração mútua da análise aprofundada do contexto social e do investimento contínuo nas relações entre professores e alunos, tornou-se possível, adaptável e passível de ser replicada em diferentes contextos educacionais.

Vale ressaltar que ensinar de modo híbrido traz acessibilidade e facilidades. O acesso remoto, quando e onde possível, é uma das grandes vantagens dessa abordagem, que é utilizada por universidades e por outros cursos. Afinal, o desenvolvimento do conteúdo é feito no tempo do aluno e de modo que ele se sinta confortável em ir e voltar quantas vezes forem necessárias. Essa, dessa forma, é uma das muitas maneiras de adaptação da SAI à realidade. Ademais, o ensino híbrido, além de ser muito utilizado, faz parte desta metodologia, aumentando a sua acessibilidade.

Devido ao fácil acesso das aulas na *web*, houve uma grande repercussão. Logo, os autores recebiam *e-mails* a respeito das aulas e a utilização dos vídeos começou a ir além de suas turmas. Ou seja, professores e alunos utilizavam os *links* com inúmeras finalidades. Partindo dessa reverberação e de algumas reflexões a respeito do desenvolvimento das aulas, Bergman e Sams (2016) começaram a gravar todas as suas aulas, passando-as como “dever de casa” e, por consequência, utilizavam o tempo em sala para tirar dúvidas e para as atividades de laboratório. Os autores ainda dizem que:

Sem dúvida, esse modelo se mostrava mais eficiente que as preleções presenciais e os deveres de casa convencionais. (...) mas, em síntese, os alunos estavam aprendendo mais, e os dados compilados pareciam indicar que o método da sala de aula invertida era um modelo superior a abordagem tradicional (BERGMAN; SAMS, 2016, p. ).

Bergman e Sams (2016) apontam que o estudo como tarefa de casa se mostra bem avaliado e que, com ele, os professores dispõem de mais tempo em sala para atendimento individual e personalizado. Assim, se uma turma grande se apropriasse de tal método, ela poderia obter um rendimento maior, bem como uma maior compreensão e aplicação. Para os autores, a apropriação prévia ou o (re)conhecimento dos conteúdos se torna um facilitador do processo.

Ainda com base nos autores, a SAI foi muito bem aceita pelos professores de todo o mundo e salientam que é uma forma de personalização do ensino, pois “esse

método é replicável, escalável, personalizável, e facilmente ajustável às idiossincrasias de cada professor” (BERGMAN; SAMS, 2016, p. ). Destacam também que a SAI assemelha-se a inúmeros outros modelos educacionais, porém afirmam que o modo como iniciaram a inversão da sala de aula (para avaliar os alunos) fazia com que eles compreendessem apenas o que era cobrado nos testes, ou seja, eles estudavam para passar nas provas. Portanto, os autores perceberam que “estamos dispostos a tentar quase que qualquer estratégia se acharmos que a inovação pode ser útil aos alunos” (BERGMAN; SAMS, 2016, p. ).

### 1.3 REAVALIAÇÃO DO MÉTODO: OLHAR PARA O APRENDIZ

É de suma importância realizar uma avaliação criteriosa do nível de aprendizagem do aluno, ou seja, identificar não apenas sua capacidade de compreensão, mas também sua habilidade em aplicar e replicar os conteúdos adquiridos. Pensando nisso, é frequente observar uma compreensão superficial, na qual o estudante é capaz de identificar e de resolver testes de maneira mecânica. Nesse contexto, verifica-se que, embora o conhecimento tenha sido adquirido, a sua aplicação, muitas vezes, revela-se vaga e distorcida. Essa circunstância, por sua vez, conduz à acumulação de informações na periferia do repertório cognitivo do aluno, que, com o decorrer do tempo, pode tornar-se desapropriado, subutilizado e, por conseguinte, sujeito à obsolescência e ao esquecimento.

Valerio e Moreira (2018) relatam em seu trabalho que a utilização da SAI pode fazer com que o desenvolvimento do conteúdo proposto seja raso e inexpressivo, por isso é necessário ter atenção e parcimônia, assim como aprofundamento adequado. Esses autores afirmam, ainda, que tal estratégia não é nova, mas foi repaginada e implementada com a utilização dos inúmeros recursos tecnológicos. Como já citamos, até mesmo Paulo Freire trouxe propostas de abordagens relacionadas à utilização de metodologias ativas. O teórico valorizava a aprendizagem baseada em problemas e enfatizava também a importância da leitura, das rodas de conversas e das discussões, bem como a leitura de artigos científicos, desviando-se do que chamava de “educação bancária”, em que os conteúdos são depositados na cabeça dos alunos.

Dessa forma, cada aluno possui um ritmo e um estilo de aprendizagem distinto, e o fornecimento de materiais e vídeos antecipadamente pode facilitar seu

processo de aprendizagem. Ainda com base nos pensamentos de Paulo Freire, é preciso destacar a relevância do estudante como um ser único, um protagonista, um ser autônomo e alguém encarregado de conduzir seus próprios estudos. Portanto, ao atribuir responsabilidade ao aluno, os autores ressaltam a necessidade de respeitar o ritmo individual de aprendizagem. Ademais, a SAI não é formada por uma única

metodologia específica a ser replicada, nem *checklist* a seguir que leve a resultados garantidos. Inverter a sala de aula tem mais a ver com certa mentalidade: a de deslocar a atenção do professor para o aprendiz e para a aprendizagem. Todo professor que optar pela inversão, terá uma maneira distinta de colocá-la em prática. Com efeito, ainda que tenhamos desenvolvido as salas de aula invertidas juntos e nossas salas de aula sejam vizinhas, ambas ainda seriam distintas entre si, assim como nossas personalidades e nossos estilos didáticos se diferenciam em meio às semelhanças (BERGMAN; SAMS, 2016, p. ).

Logo, não se trata apenas de ler um material ou de assistir a um vídeo, e sim de o professor nortear o aluno de acordo com as suas necessidades. Ressalta-se, uma vez mais, que há comportamentos diferentes e diversos estilos de aprendizagem dentro de uma mesma turma, por isso, o docente precisa identificar tais estilos de aprendizagem para atendê-los de forma diferenciada, tentando atingir todos os envolvidos no processo.

Valerio e Moreira (2018) relatam que não há inovações vinculadas à SAI, pois há, apenas, um resgate de um compilado de metodologias já previamente utilizadas por inúmeros autores, como o método socrático, utilizado em direito, em que se faz a utilização de um processo dialético a fim da promoção e da construção do conhecimento, opondo-se à mera transmissão de informações (SILVA, 2011).

Ainda é dito por Valerio e Moreira (2018) que há uma mistura de informações e um costurado de teorias que constroem a SAI, citando vários autores:

O que se nota evidente nessas propostas é uma filiação, declarada ou não, aos ideais do movimento escola novista, ao sugerir o foco no aluno e o aprender fazendo; a epistemologia genética de Jean Piaget, ao valorizar pedagogicamente o erro e conferir importância aos saberes prévios; o socio interacionismo de Lev Vigotsky, ao salientar o papel da interação, do diálogo, do trabalho em grupo e da mediação pedagógica; e mesmo as referências como a aprendizagem significativa, de Ausubel, ao propor a importância da consciência no processo de aprendizagem e na metacognição. Em

suma, não há inovação no pensamento pedagógico, mas formalização e/ou estruturação de abordagens há muito defendidas e estabelecidas (VALERIO; MOREIRA, 2018, p. 221).

As personalizações aplicadas a essa técnica são bem-vindas, pois é dedicada ao aluno e torna-se centro, protagonista do processo de ensino aprendizagem. Afinal, ajustar, estudar, examinar, (re)aplicar são ações necessárias, não somente para a aplicação da SAI, como também para um processo de ensino e de aprendizagem efetivos. Ainda com base nos autores, a SAI desempenha uma “formalização e/ou estruturação de abordagens há muito defendidas e estabelecidas” (VALERIO; MOREIRA, 2018, p. ). Como é fato, os autores não se intitulam detentores do método, nem mesmo criadores do termo SAI, eles apenas desenvolveram estratégias para melhorias no processo de aprendizagem.

Os autores descrevem que a SAI traz pra sala o que normalmente é executado em casa, e manda para casa o que se executa em sala. Pereira e Silva (2018) relatam sobre a inversão do tradicionalismo, dizendo que é função do aluno se apropriar do conhecimento antes da aula propriamente dita e o professor se torna responsável por nortear a situação, e, ainda, elencar os pontos importantes, restabelecendo o que deve ser discutido e resgatado.

Ademais, discorrem sobre o modo como inserem esse arranjo em suas novas turmas. Eles incentivam para que os eletrônicos, que não estão sendo utilizados, sejam desligados, que o aluno assista ao vídeo retrocedendo quantas vezes forem necessárias, que façam suas anotações para sanar as dúvidas e que as discutam em sala de aula. Pereira e Silva (2018, p. ) também relatam a respeito do espaço da sala de aula se tornar pertinente às “práticas de projetos, resoluções de problemas ou até mesmo promover discussões acerca do conteúdo com os/as alunos/as”. A sala de aula é usada para o que realmente importa.

É salientado pelos autores Bergman e Sams (2016) de que se as dúvidas são as mesmas entre os alunos. Assim, é percebido, por eles, que tal tópico não teve uma abordagem adequada e o vídeo precisa de melhorias. Os autores trazem o comentário do professor Shari Kendrick no livro: “não preciso ir à escola e repetir a mesma exposição cinco vezes por dia. Agora, passo os dias interagindo com os alunos e os ajudando na aprendizagem” (BERGMAN; SAMS, 2016, p. ). Logo, é importante que os estudantes se dediquem de forma efetiva a tarefa para que a produtividade e o desenvolvimento em sala ocorram adequadamente.

Assim sendo, reconhece-se a relevância do uso de tecnologias no processo educacional, embora seja importante lembrar que distrações frequentes podem tornar o processo mais lento. Para aprimorar o processo de ensino e de aprendizagem, é essencial realizar uma análise adequada das dúvidas comuns dos alunos, sempre com base em fundamentos sólidos. Além disso, é crucial realizar verificações constantes dos recursos disponibilizados aos alunos.

#### 1.4 GESTÃO DO TEMPO: ANTES E DEPOIS DA SAI

Bergman e Sams (2016) realizam um comparativo, de como o tempo era administrado na sala de aula tradicional e como passou a ser administrado na SAI, sendo representado pela tabela a seguir:

**Tabela 1** - Comparação do uso do tempo nas salas de aula tradicional e invertida

Sala de aula tradicional		Sala de aula invertida	
<i>Atividade</i>	<i>Tempo</i>	<i>Atividade</i>	<i>Tempo</i>
Atividade de aquecimento	5 minutos	Atividade de aquecimento	5 minutos
Repasso do dever de casa da noite anterior	20 minutos	Perguntas e respostas sobre o vídeo	10 minutos
Preleção de novo conteúdo	30–45 minutos	Prática orientada e independente e/ou atividade de laboratório	75 minutos
Prática orientada e independente e/ou atividade de laboratório	20–35 minutos		

**Fonte:** BERGMAN; SANS, 2016, p. .

A implementação da Sala de Aula Invertida (SAI) surge como uma estratégia pedagógica que não apenas transforma a distribuição do tempo em sala de aula, mas também redefine a dinâmica do processo de aprendizagem. Note-se claramente que essa abordagem fornece um tempo mais significativo para a

aplicação efetiva do conteúdo, especialmente quando os conceitos são introduzidos e revisados previamente, em suma, antes do encontro presencial.

Ao comparar o SAI com a abordagem tradicional, percebe-se uma mudança substancial na alocação do tempo dedicado à prática orientada. Enquanto na metodologia tradicional, apenas de 20 a 35 minutos são reservados para atividades práticas após a exposição do novo conteúdo, a SAI busca uma distribuição mais equitativa. Em uma aula típica considerada tradicional, um período específico de 30 a 45 minutos é designado para a apresentação do novo conteúdo, limitando o tempo disponível para a aplicação prática.

A SAI, por sua vez, introduz uma abordagem mais flexível e eficiente. Ao reservar 10 minutos para discussão sobre o vídeo oferecido para visualização em casa, juntamente com 5 minutos dedicados ao aquecimento, ela preserva um tempo substancial de 75 minutos para práticas e para atividades diferenciadas durante o encontro presencial. Essa reorganização do tempo não apenas permite uma exploração mais aprofundada dos conceitos, como proporciona uma experiência de aprendizagem mais envolvente e centrada no aluno. Portanto, a SAI altera a alocação do tempo em sala de aula e redefine a própria natureza da interação entre professores e alunos, promovendo uma abordagem mais dinâmica e participativa no processo educacional.

Porém, essa abordagem inovadora otimiza o tempo em sala de aula e elimina a necessidade de extensas preleções. Logo, iniciar as aulas com discussão e revisões permite uma transição suave para a prática/a atividade orientada, criando um ambiente propício para a participação ativa dos alunos no processo de aprendizagem. Em suma, a gestão eficaz do tempo, ao integrar momentos de diálogo sobre o material prévio, torna-se uma estratégia valiosa para promover uma compreensão mais profunda e rigorosa do conteúdo.

No livro de Bergman e Sams (2016), os autores exploram as vantagens da utilização de *screencasts* e a aplicação de tecnologias para aprimorar o processo de ensino-aprendizagem. Eles destacam como os alunos podem utilizar vídeos para gerenciar seu próprio tempo de aprendizagem, permitindo uma abordagem mais individualizada e específica à instrução em sala de aula.

Além disso, eles observam que, na Sala de Aula Invertida, os alunos que normalmente se destacam em uma metodologia tradicional - aqueles que respondem a todas as perguntas durante a exposição do conteúdo - ainda

contribuirão significativamente para o processo de aprendizagem. No entanto, a SAI também oferece uma oportunidade única para aqueles alunos que podem ter dificuldades em interagir em um ambiente de sala de aula tradicional. Ou seja, aqueles que podem precisar de mais atenção e de orientação, agora, têm a oportunidade de passar um tempo de qualidade com o professor em sala de aula para esclarecer suas dúvidas.

Além disso, a SAI fortalece o vínculo professor-aluno, pois permite que o professor dedique mais tempo a cada aluno individualmente. Isso, por sua vez, melhora a qualidade do ensino, além de aprimorar a experiência de aprendizagem do aluno. Ao permitir que os alunos gerenciem seu próprio tempo de aprendizagem e ao proporcionar uma instrução mais individualizada em sala de aula, a SAI redefine a dinâmica do processo de aprendizagem, tornando-o mais eficaz e centrado no aluno. Portanto, a SAI transforma a distribuição do tempo em sala de aula e redefine a própria natureza da interação entre professores e alunos, promovendo uma abordagem mais dinâmica e participativa no processo educacional.

Vale ressaltar que a aula não acontecerá através de preleções e de resolução de exercícios, pois ocorrerá de forma colaborativa, em que todos poderão compreender o que foi proposto e, se ainda houver dúvidas, haverá tempo para que sejam discutidas e respondidas dentro de sala de aula. O “levar a dúvida para casa” e não saber como lidar com ela depois, ou simplesmente ignorar o fato, tende a não ocorrer mais, afinal, o intuito é saná-las efetivamente em sala.

Em uma escola, as turmas não são homogêneas, pelo contrário, elas são constituídas por alunos diferentes, tendo cada um deles as suas particularidades. Assim, como há limitações sobre as formas de ensinar e de aprender, há também habilidades a serem desenvolvidas por cada um dos alunos presentes e o professor é responsável por identificá-las e utilizar tais habilidades da melhor forma possível. Ademais, é garantido pelos autores que a SAI abrange e se adapta de forma a contemplar todo o tipo de aprendizagem, ou seja, o simples caminhar pela sala de aula faz com que o professor interaja melhor com seus alunos e identifique tanto suas dificuldades quanto suas habilidades. Por fim, o hábito diário de caminhar pela sala, questionando, respondendo e debatendo, aproxima ainda mais os professores dos alunos.

De acordo com Bergman e Sams (2016), a implementação da Sala de Aula Invertida tem um impacto significativo que vai além das paredes da sala de aula. A SAI é responsável por influenciar o processo de aprendizagem dos alunos e o de “afetar” a gestão da sala de aula, bem como a percepção das dificuldades dos estudantes. Além disso, os pais também se beneficiam dos conteúdos propostos para casa, pois podem acompanhá-los previamente com seus filhos de maneira interativa.

A gestão do tempo em sala de aula torna-se diferente com a SAI, pois não há mais a necessidade de uma turma toda enfileirada e silenciosa durante todo o tempo. Isso permite uma abordagem mais dinâmica e participativa no processo educacional. Ademais, a SAI permite identificar a falta de empenho e de dedicação dos estudantes, pois parte do estudo inicial depende deles. Isso promove a responsabilidade e a autogestão entre os alunos, aspectos cruciais para o sucesso acadêmico.

Muitos pais, durante o período em que os filhos assistem às aulas, acabam assistindo junto. Isso não apenas permite que eles acompanhem o progresso de seus filhos, mas também contribui para a sua própria aprendizagem. Aqueles que se preparam conseguem participar mais ativamente das discussões em sala de aula e os pais podem acompanhar o que foi proposto. Isso fortalece o envolvimento dos pais na educação das crianças e promove uma cultura de aprendizagem contínua dentro da família. Portanto, a SAI transforma a experiência de aprendizagem em sala de aula, além de ter o potencial de impactar a dinâmica de aprendizagem em casa.

A clareza do conteúdo e a acessibilidade da metodologia de ensino são aspectos que atraem a atenção dos pais dos alunos. Os autores destacam que suas escolas sofreram muitas perdas, o que mudou após a implementação da SAI, graças a sua proposta personalizável. Afinal, a SAI oferece uma variedade de recursos educacionais, como *screencasts*, que permitem aos alunos acessar o conteúdo do curso a qualquer momento, proporcionando flexibilidade e autonomia no aprendizado. Além disso, atividades como leitura e interpretação de texto, resolução de questões, produção de resumos e de pesquisas direcionadas também podem ser realizadas. No entanto, os autores recomendam que as mudanças metodológicas sejam implementadas de maneira gradual. Isso garante que os alunos se adaptem

facilmente às novas abordagens de ensino, mantendo a qualidade da educação. Além disso, é

importante observar que só passamos a seguir o programa reverso de aprendizagem para o domínio dois anos após o abandono do modelo tradicional. Nossa jornada foi um processo que se desenvolveu ao longo de vários anos. Assim, recomendamos aos interessados na reversão que façam a mudança de maneira gradual (BERGMAN; SANS, 2016, p. ).

Em todos os momentos, é perceptível que este arranjo proporciona maior autonomia ao estudante, porém não se pode descartar a necessidade do professor especialista para o desenvolvimento desse processo. É necessário, assim, a todo momento, verificar o que está ocorrendo, analisar o comportamento dos alunos, nortear e orientá-los a melhor maneira de prosseguir.

#### 1.5 2.5. A ORGANIZAÇÃO DO MÉTODO: COMO IDENTIFICAR, APLICAR E REPLICAR

Cabe ao professor identificar a melhor maneira de (re)produzir a SAI em sua sala de aula. Os vídeos gravados não são o ponto principal da metodologia, portanto é necessário investigar e perceber se tal uso será, de fato, adequado nessa ocasião. Assim como pode ocorrer de o professor não ter desenvoltura ou habilidades para utilização dos recursos tecnológicos, ele pode seguir por outro caminho, utilizando materiais/vídeos pré-existentes, ou substituindo o vídeo por outros materiais, não necessariamente relacionados à tecnologia.

Se a decisão do professor for de produzir os vídeos, os autores trazem em seu livro toda uma sessão replicando o modo como fizeram e tratando dos principais equipamentos e *softwares* que são necessários para a confecção do material. Discorrem, ainda, sobre o modo de organizar as gravações, seguindo o método de planejar, gravar, editar e divulgar. Portanto, além de toda explicação metodológica do funcionamento do arranjo didático, os autores ainda se preocuparam em discorrer e explicar sobre como é possível fazer as gravações e o modo de como planejá-las.

Não gastamos muito com equipamentos para inverter a sala de aula. Começamos com o *tablet*, adicionamos o *software* e, com o passar do tempo, aprimoramos os recursos audiovisuais com um microfone de melhor qualidade, uma câmera independente e, por fim, uma câmera digital. Produzir os próprios vídeos de alta qualidade já não é

tão dispendioso. Qualquer um pode criá-los com um mínimo de despesas (BERGMAN; SANS, 2016, p. ).

Os autores ressaltam o fato de que é necessária uma produção de vídeos chamativos para os estudantes, não é apenas gravar, “é preciso prática, tentativas e erros e mais prática. O que funciona em alguns vídeos não funciona em outros” (BERGMAN; SANS, 2018, p. ). Ainda com base nos autores, é necessário ser breve, entusiasmado e bem-humorado para confecção dos vídeos, além de que é interessante convidar outro professor para colaborar com a produção desse material. Além disso, podem ser acrescentadas caixas de textos personalizadas durante a edição e, ainda, um ajuste no *zoom* para concentrar o foco, não se esquecendo, obviamente, da importância dos direitos autorais.

Com a produção dos *screencasts* e a utilização da SAI, a dinâmica em sala torna-se diferente e, assim, alguns professores ficam em dúvida sobre o que será feito com o tempo no ambiente escolar. Ademais, é importante observar que muitas aulas são feitas única e exclusivamente dentro da metodologia tradicional, sendo assim, não há conhecimento por parte do professor em o que pode ser feito, se ele não estiver palestrando.

A inversão da sala de aula de ciências libera mais tempo e oferece mais oportunidades para a aprendizagem inquisitiva. Nas aulas de ciências, os professores que fizeram a inversão têm mais tempo para engajar os alunos em atividades mais inquisitivas, e mais tempo para conduzir experimentos mais profundos (BERGMAN; SANS, 2016, p. ).

Os autores ainda trazem outras disciplinas como matemática, língua estrangeira e ciências humanas, onde os professores utilizaram a SAI e argumentam que a gestão do tempo tomou outra proporção, elencam como é possível olhar e se dedicar ao aluno, não somente ao conteúdo a ser explicado.

## 1.6 TAXONOMIA DE BLOOM E A APRENDIZAGEM PARA O DOMÍNIO

A aprendizagem para o domínio, proposta por Benjamin Bloom em 1960, tornou-se um dos objetivos da SAI. Há, ainda, um capítulo no livro intitulado de A

*Sala de Aula Invertida de aprendizagem para o Domínio*. Nele, os autores tratam do modo como a SAI pode ser utilizada para o domínio e que as escolas tradicionais o deixaram de lado.

A Taxonomia de Bloom, proposta por Benjamin Bloom, é um instrumento que auxilia na identificação e na declaração dos objetivos ligados ao desenvolvimento cognitivo, os quais englobam a aquisição do conhecimento, da competência e de atitudes, visando facilitar o planejamento do processo de ensino e de aprendizagem (SILVA, 2008). Além disso, esse conceito serve para definir os objetivos da aprendizagem e do planejamento das aulas com base nessa identificação, respeitando a hierarquia dos objetivos educacionais (FREITAS, 2016).

A Sala de Aula Invertida é uma metodologia ativa que propõe que o educando aprenda por meio da articulação entre espaços e tempos on-line e presenciais, de forma síncrona e assíncrona (BACICH; TANZI NETO; TREVISANI, 2015). A aprendizagem para o domínio, proposta por Bloom, é uma teoria educacional em que cada pessoa aprende no seu tempo, com a sua personalidade e de acordo com níveis hierárquicos de aprendizagem. Dentro desta teoria, o estudante só deve avançar para o novo conteúdo quando ele/ela atingir um elevado nível de compreensão do conteúdo atual (GUSKIN, 1994).

A Taxonomia de Bloom é uma ferramenta que auxilia na identificação e na declaração dos objetivos ligados ao desenvolvimento cognitivo. Ela engloba a aquisição do conhecimento, da competência e das atitudes, visando facilitar o planejamento do processo de ensino e de aprendizagem (FERRAZ e BELHOT, 2010). Embora seja um instrumento adequado para utilização no ensino superior, poucos educadores fazem uso dele por não conhecerem uma maneira adequada de utilizá-lo. Esse artigo, por sua vez, tem como objetivo apresentar a Taxonomia de Bloom e as modificações ocorridas nos últimos anos, assim como esclarecer a forma como ela pode ser utilizada dentro do contexto de ensino de engenharia aprendizagem (FERRAZ; BELHOT, 2010).

Sua criação visa apoiar e classificar objetivos educacionais, bem como facilitar o processo de ensino, de aprendizagem, além do desenvolvimento cognitivo. Mesmo sendo uma ferramenta significativa para o processo de ensino, de aprendizagem e de avaliação, poucos educadores a utilizam adequadamente, principalmente porque seu uso não é tão claro quanto deveria ser (FERRAZ; BELHOT, 2010).

Como mencionado por Ferraz e Belhot (2010), trata-se de uma ferramenta valiosa que pode ser usada para facilitar o processo de ensino e de aprendizagem. No entanto, seu uso efetivo requer uma compreensão clara de seus princípios e objetivos. Um aspecto crucial da Taxonomia de Bloom é que ela permite que os alunos progridam em seu próprio ritmo de aprendizagem. Isso significa que, em vez de todos os alunos se concentrarem no mesmo tema ao mesmo tempo, eles podem se concentrar em alcançar o mesmo objetivo de aprendizagem, cada um a seu próprio ritmo. Isso permite uma abordagem mais personalizada e centrada no aluno para a educação, o que pode levar a melhores resultados de aprendizagem.

Ademais, os autores tratam o domínio como um modo dos estudantes desenrolarem seu processo de ensino em seu próprio ritmo de aprendizagem, seria o compreender, o aplicar e o replicar os objetivos de aprendizagem. Assim, não estarão todos os alunos focados em um mesmo tema, mas sim em um mesmo objetivo de aprendizagem, conforme elencam os autores:

- Os alunos trabalham em pequenos grupos ou individualmente, em ritmo adequado.
- O professor faz a avaliação formativa e estima o grau de compreensão dos alunos.
- Os alunos demonstram domínio dos objetivos, por meio de avaliações somativas. Aos alunos que não dominam determinado objetivo, oferecem-se meios de recuperação. (BERGMAN e SANS; 2018).

A avaliação formativa, como descrita por Bergman e Sams (2018), é um processo contínuo que ocorre durante o processo de aprendizagem. Ela é vista como um instrumento que auxilia o aluno a progredir continuamente em seu processo de aprendizagem (BLOOM; HASTINGS; MADAUS, 1971). Além disso, essa avaliação consiste em um processo dinâmico e flexível que permite ao educador ajustar suas estratégias de ensino com base no desempenho e na compreensão do aluno, proporcionando *feedback* imediato e permitindo que o aluno aprenda com seus erros (BLOOM; HASTINGS; MADAUS, 1971).

Por outro lado, a avaliação somativa, também discutida por Bergman e Sams (2018), é um processo pontual que ocorre no final de um ciclo de aprendizagem. Ela é usada para determinar se os objetivos de aprendizagem foram alcançados (BLOOM; HASTINGS; MADAUS, 1971). Assim, trata-se de uma forma de avaliar o conhecimento do aluno em relação a um padrão ou a um critério estabelecido. Ela

fornece uma medida do desempenho do aluno ao final de um curso ou de uma unidade de estudo, e é frequentemente usada para atribuir notas ou certificados de conclusão (BLOOM; HASTINGS; MADAUS, 1971).

Melhorias são observadas quando se aplica uma metodologia de aprendizagem voltada para o domínio e é observado em sala de aula maior colaboração dos alunos entre si. Os estudantes buscam meios de se ajudar para desenvolver de forma mais efetiva o conteúdo proposto, podendo incluir e analisar o estudo em pares ou em grupos. Com a utilização das tecnologias, a aprendizagem para o domínio torna-se ainda mais efetiva. A SAI, por sua vez, traz essa associação, entre domínio e tecnologia. Os autores dizem ser “um ambiente de aprendizagem sustentável, aplicável e gerenciável” (BLOOM; HASTINGS; MADAUS, 1971, p.), tendo a tecnologia como aliada antes, durante e depois da aula, direcionando-a não apenas a sala de aula.

Há uma pluralidade descrita pelos autores no que se refere à dinâmica dos alunos em sala, em que, cada qual, empenha-se em fazer atividades que se encontram dentro do seu nível de desenvolvimento, sendo individual ou coletivamente. Os alunos dispõem desse momento para o desenvolvimento dos conteúdos, do modo como cada um se identifica melhor. Já o professor, por sua vez, se encarrega de administrar os grupos, conduzir as atividades e tirar as dúvidas pertinentes. Logo, todos os estudantes podem ser contemplados durante todas as aulas, pois é possível que eles desprendam de tempo para desenvolvimento das capacidades de cada um.

Na sala de aula moderna, os alunos estão cada vez mais situados no centro do processo de aprendizado. Dessa forma, são incentivados a serem ativos, explorando e descobrindo por si mesmos. O professor, dessa forma, atua como um guia, oferecendo suporte e orientação quando necessário, além de permitir que os alunos liderem o caminho. Isso coloca os alunos no centro do processo de aprendizado, dando-lhes a responsabilidade de conduzir sua própria educação. É uma mudança significativa que reconhece o valor da autonomia do aluno no processo de aprendizado, sem diminuir o papel vital do professor como facilitador e guia.

A teoria da autorregulação da aprendizagem, como descrita por Ganda e Boruchovitch (2017), ressalta o papel do aluno como agente principal de sua aprendizagem. A autorregulada é definida como um processo de autorreflexão e

ação no qual o aluno estrutura, monitora e avalia o seu próprio aprendizado. Isso está em consonância com a ideia de que o controle do processo de aprendizado deve estar nas mãos dos alunos.

No cerne da teoria da autorregulação da aprendizagem de Ganda e Boruchovitch (2017) está a ideia de que os alunos são os principais agentes de sua própria aprendizagem. Isso significa que eles têm a capacidade de estruturar, de monitorar e de avaliar seu próprio processo de aprendizado. Essa perspectiva coloca os alunos no centro do processo educacional, permitindo-lhes assumir a responsabilidade por seu próprio desenvolvimento. É aqui que a visão de Freire (2013) sobre a autorregulação da aprendizagem se alinha perfeitamente. Ele vê os alunos como atores ativos no processo de aprendizagem, exercendo controle sobre seus processos cognitivos, metacognitivos e motivacionais.

Freire (2013) também discute a importância da autorregulação da aprendizagem, em que argumenta que os alunos devem ser ativos durante a aprendizagem, exercendo controle sobre seus processos cognitivos, metacognitivos e motivacionais, de modo a adquirirem, a organizarem e a transformarem as informações adquiridas ao longo do tempo. Isso reforça a ideia de que os alunos devem ter o controle de seu próprio processo de aprendizado.

Finalmente, Paulo Freire (1987), o mais notável educador brasileiro, é reconhecido internacionalmente por sua concepção libertária e autônoma de educação. Ele acreditava que a educação deve ser um processo no qual os alunos têm a liberdade de explorar, de questionar e de descobrir por si mesmos. Isso está em perfeita harmonia com a ideia de que o controle do processo de aprendizado deve estar nas mãos dos alunos. Portanto, esses autores corroboram a ideia de que o controle do processo de aprendizado deve ser transferido para os alunos, permitindo-lhes orquestrar seu próprio processo de aprendizado.

Dessa forma, são elencados cinco principais componentes para que se desenvolva com a SAI a aprendizagem para o domínio. Os autores dizem que é necessário deixar claro e bem definido quais são os objetivos de aprendizagem e fazer uma determinação de como esses objetivos podem ser melhor alcançados através de pesquisas ou da instrução direta. Logo, todos os alunos precisam ter acesso ao material prévio, disponibilizado em vídeo ou de outra forma. Além disso, é preciso, ainda, garantir que todos eles tenham acesso a esse material e, por conseguinte, é necessário que o planejamento para o que será desenvolvido em

sala seja de interesse dos alunos e os cativos. Assim, o professor precisa garantir tal performance, pois o foco da aula é o aluno. Por fim, é preciso que os alunos demonstrem, de formas diferentes, que atingiram o objetivo de aprendizagem. Portanto, a utilização de meios diferentes na avaliação, de forma somativa é essencial, pois:

No começo de cada pacote de unidade, incluímos um guia de organização que contém uma lista de objetivos, os vídeos correspondentes, as leituras dos livros-textos, as atividades de aprendizagem e as atividades de laboratório. Nossos guias organizacionais são como mapas rodoviários que orientam os alunos no estudo da unidade e lhes oferece um arcabouço apropriado e atividades de apoio para alcançar cada objetivo de aprendizagem (BERGMAN e SANS; 2016).

Os autores acentuam que a utilização da SAI para o domínio traz tantos benefícios e, ainda, elencam uma lista deles, tendo como principal foco a não retomada da utilização da metodologia tradicional. Dessa forma, cabe ao aluno a responsabilidade mediante a aprendizagem, sendo protagonista no processo, pois só se aprende quando se está pré-disposto. Esse modelo faz com que o ensino se torne personalizável. Porém, para que ele seja possível para qualquer estudante, cabe ao professor, no processo avaliativo, saber a necessidade desse aluno e, assim, ajustar o processo à medida que ocorre o desenvolvimento. Ademais, é preciso que o docente trate a aula não apenas como uma exposição de conteúdos, mas sim como um laboratório de aprendizagem. Esse processo é importante para retirar o professor como centro e tornar o processo de aprendizagem o foco do lugar. Tal atitude faz com que o estudante compreenda que o real objetivo da escola é aprender, afinal, ele passou anos pensando que era ser ensinado. Ressalta-se, ainda, que há uma diferença entre aprender e ensinar, ou seja, não sendo ações correspondentes, mas podem ser complementares.

Dentro desse modelo, o aluno tem um retorno a respeito de seu trabalho instantaneamente, por isso não é necessária uma correção geral no quadro, onde são sanadas as dúvidas de todos, e, no geral, não engloba o todo, apenas aqueles que participam ativamente, assim, os alunos tímidos e com maior dificuldade não participam de correções gerais, se perdendo no processo e não aprendendo. Tal desenvoltura faz com que o estudante perceba a diferença entre a compreensão do

objetivo e a verificação de como esse se conecta com outros tópicos, e percebe que, se não houve compreensão desse objetivo, não é possível que siga a diante, pois alguns conteúdos são pré-requisitos para outros.

Os autores destacam inúmeras vantagens da adoção da Sala de Aula Invertida para o domínio do conteúdo, muitas das quais já foram mencionadas anteriormente. No entanto, é importante enfatizar que a implementação da SAI permite que o aluno não seja condicionado a apenas responder e participar do “jogo da escola”, ou seja, passar em provas e testes. Em vez disso, o aluno é incentivado a pensar e a realizar atividades no seu próprio ritmo de aprendizagem, de forma a alcançar os objetivos que correspondem aos seus interesses e as expectativas de progresso.

Há uma plataforma disponibilizada pelos autores em que os professores que se interessam e implementam a SAI trocam ideia e informações<sup>1</sup>, e discorrem sobre como iniciar a implementação da SAI ou da SAI para o domínio. Os pais devem ser informados e eles precisam compreender os benefícios desse conceito para que apoiem a ideia e tenha clareza. É necessário, dessa forma, que os alunos aprendam a assistir vídeos, assim como aprenderam a ler um texto, e, por conseguinte, motivar o estudante a fazer perguntas interessantes relacionadas ao vídeo. Já em sala, os alunos são reorganizados de modo que percebam que o foco central está neles, não no professor com o giz em mãos, assim, a figura do docente passa de transmissor à mediador/norteador desse processo. No decorrer do tempo, os envolvidos no processo irão compreender e (re)aprender o que é ensinar e aprender.

## 1.7 ANÁLISE GERAL DO PROCESSO

Com a oferta de materiais de estudo antes das aulas, os alunos têm a oportunidade de gerir o seu próprio tempo de aprendizado. Isso torna o ambiente de aula mais colaborativo, pois os alunos que avançam nos tópicos podem ajudar aqueles que estão com dificuldades, respeitando o ritmo de cada um e compreendendo suas necessidades individuais. É essencial, ainda, que a avaliação seja consistente com o modelo de ensino adotado. Portanto, a personalização da avaliação é crucial, pois cada aluno deve ser avaliado de acordo com suas aspirações, ritmo, habilidades e conhecimentos. O uso de avaliações formativas e

---

<sup>1</sup> <https://vodcasting.ning.com/>

somativas é apropriado, pois se ajusta ao que será avaliado e às perguntas que devem ser feitas durante o processo.

No livro de Bergman e Sams (2016), os autores respondem a uma série de perguntas, desmistificando e esclarecendo dúvidas sobre a implementação e manutenção da SAI. Eles concluem que não voltariam para a sala de aula tradicional. No entanto, reconhecem que a instrução direta é necessária, mas não precisa ser realizada durante o tempo de aula. Eles sugerem que os professores combinem diferentes métodos de aprendizagem para atender a todos os alunos na sala de aula, pois a escola é feita para os alunos, por isso devem ser o foco do processo e o trabalho deve ser colaborativo, estabelecendo relações e papéis adequados entre professor/aluno e aluno/professor.

E, por mais que professor e aluno sejam os mesmos sujeitos, é necessário compreender que a ação do professor para com o aluno e a ação do aluno para com o professor são complementares, porém, distintas. O presente capítulo discorre sobre inúmeras ações que podem ser adotadas pelos professores para promover melhorias nos aspectos relacionados ao ensino, o que, por sua vez, tem expectativas a respeito das consequências que podem ser geradas com relação a aprendizagem.

A implementação da Sala de Aula Invertida representa uma mudança significativa na dinâmica da sala de aula, colocando os alunos no centro do processo de aprendizado. Ademais, com a disponibilização de materiais prévios às aulas e a personalização da avaliação, os alunos têm a oportunidade de gerenciar seu próprio tempo de aprendizado e de colaborar uns com os outros. No entanto, essa mudança não elimina a necessidade de instrução direta, pois os professores ainda desempenham um papel vital, orientando os alunos e fornecendo instrução quando necessário. A chave, por sua vez, é encontrar o equilíbrio certo entre a instrução direta e a aprendizagem autônoma, garantindo que todas as necessidades dos alunos sejam atendidas. Dessa forma, a SAI representa uma evolução na educação, uma que reconhece e valoriza a autonomia do aluno, promove a colaboração e coloca os alunos no centro do processo de aprendizado.

## 2 DUAL CODDING THEORY – TEORIA DA DUPLA CODIFICAÇÃO (TDC)

### 2.1 SOBRE A OBRA

A abordagem da Teoria da Dupla Codificação, sendo ela uma teoria geral da cognição, requer uma análise do modo como o cérebro humano funciona, recebe, trata e retêm as informações que lhe são trazidas. E, ainda, pensar sobre a forma de otimizar tal processo, em que a retenção e a compreensão das informações recebidas ocorreriam com maior eficácia. O livro *Imagery and Text: a Dual Coding Theory of Reading and Writing* de Mark Sadoski e de Allan Paivio, utilizado como principal referência teórica neste capítulo, traz, logo em seu prefácio, que o desenvolvimento de teorias e microteorias a respeito de leitura e de escritas, ao longo do tempo, foram desenvolvidas separadamente, além de tratar da necessidade de seu desenvolvimento de uma forma conjunta.

A expressão "teorias e microteorias" denota a evolução histórica de várias abordagens conceituais no campo da leitura e da escrita, buscando compreender tanto aspectos específicos quanto detalhes mais refinados dessas atividades cognitivas. O termo "teorias" refere-se a construções mais abrangentes e fundamentais que buscam explicar de forma geral o processo cognitivo envolvido na leitura e na escrita, oferecendo uma estrutura conceitual ampla (SADOSKI; PAIVIO, 2013).

Paralelamente, a referência a "microteorias" indica uma subdivisão e especialização dessas teorias mais abrangentes, abordando concepções mais específicas e incluídas relacionadas à leitura e à escrita. Essas microteorias, ao longo do tempo, surgiram para tratar aspectos particulares dessas atividades, refinando as explicações teóricas em níveis mais específicos e detalhados (SADOSKI; PAIVIO, 2013).

Ainda no prefácio, os autores afirmam que “[...] more than most theories, Dual Coding Theory offers rich and practical implication for education [...]” (SADOSKI; PAIVIO, 2013, p. )<sup>2</sup>. Assim, é possível vislumbrar que os pressupostos contidos no livro possibilitam a aplicação desta teoria no meio educacional, que é um dos objetivos deste trabalho: estudar e aplicar a *Dual Coding Theory*, dentro do processo

---

<sup>2</sup> Mais do que a maioria das teorias, a Teoria da Dupla Codificação oferece uma rica e prática implicação para a educação (Tradução nossa).

de ensino e aprendizagem é possível. Segundo os autores, tais teorias são mais bem verificadas ou analisadas através da prática, verificando se proporcionem contribuições reais para o desenvolvimento humano.

Sadoski e Paivio (2009) contribuem e discorrem a respeito da real importância de teorias que conseguem correlacionar leitura e escrita:

A importância desta etapa pode ser simplesmente afirmada: Qualquer teoria de leitura ou escrita que não se alinhe eventualmente com uma teoria mais ampla de cognição geral não perdurará. A leitura e a escrita são atos cognitivos, mas não há nada nelas que não ocorra em outros atos cognitivos que não envolvem leitura ou escrita. Ou seja, percebemos, discriminamos, analisamos, sintetizamos, interpretamos, antecipamos, compreendemos, compomos, imaginamos, lembramos e nos expressamos sem texto, assim como com texto. Dito de outra forma, a cognição na alfabetização é um caso especial de cognição geral envolvendo linguagem escrita. Qualquer teoria de leitura ou escrita que não se alinhe eventualmente com alguma teoria de cognição geral exigirá revisão ou ficará obsoleta à medida que os campos da psicologia e da alfabetização avançam (SADOSKI; PAIVIO, 2009, p. , tradução nossa).

Leitura e escrita estão relacionadas, então qualquer teoria a respeito de uma delas, que não possa ser complementada com outra, ou não possa ser transformada em uma teoria de cognição geral, se tornará ultrapassada. Além de serem atos que se complementam, estão diretamente envolvidas com outros atos sem relação direta a eles, como sintetizar e interpretar. A alfabetização se inclui em uma teoria de cognição geral, o que prevê que a aprendizagem tem processos correlacionados com a origem do ato de aprender sendo múltipla e complementar, a fim de desenvolver capacidades que vão além de apenas ler e escrever.

Sadoski e Paivio (2009) dizem que:

Esta teoria oferece uma explicação combinada da cognição verbal e não verbal. A inclusão de aspectos não verbais da cognição, como a imaginação mental, é a faceta mais inovadora desta abordagem em um contexto moderno, mas também fornece uma explicação abrangente dos aspectos verbais e linguísticos da cognição (SADOSKI; PAIVIO, 2009, p. , tradução nossa).

Há uma avaliação de ambos os processos, verbal e não verbal, tendo uma correlação demonstrativa e prática. Utilizar-se da palavra “cachorro” e a imagem de um animal ao mesmo tempo, por exemplo, faz com que nosso cérebro trabalhe

concomitantemente e retenha de maneira efetiva a informação, ou, até mesmo, dizer a palavra “cachorro”, automaticamente, o cérebro irá visualizar um cachorrinho familiar. Essa obra elenca simples e concisamente a respeito dessa teoria, porém, ela não tem nada de simplista, sua análise e desenvolvimento se entrelaçam na utilização de situações cotidianas e eventos laboratoriais, assim como analisar com afinco o âmago do desenvolvimento cognitivo humano.

## 2.2 O SURGIMENTO DA TDC

O surgimento da teoria ocorreu por volta de 1960/1970, quando houve uma revolução cognitiva a respeito do processo de ensino e de aprendizagem. Havia em vigor, na época, o Behaviorismo, em que era desenvolvida a leitura condicionada à linguagem escrita, com análise advinda de fatores externos. Com a entrada do cognitivismo houve uma atenção ao interior dos processos mentais, uma análise a qual se verificava tanto fatores intrínsecos quanto extrínsecos, tendo ainda trazido de volta a experiência mental que fascina pesquisadores desde outrem, que se baseia em imagens.

Um sistema comum usa palavras que rimam com números como ganchos de memória para objetos relacionados. Exemplos de ganchos numerados incluem um-pão, dois-sapato, três-árvore, e assim por diante. Se você estivesse fazendo compras para alguns itens incomuns, como pasta de dente, pilhas e uma moldura para fotos, você poderia lembrar imagens mentais de um tubo de pasta de dente em um pão, um sapato cheio de pilhas e uma árvore crescendo através de uma moldura para fotos como uma alternativa para uma lista de compras. Passar pelos números faria você se lembrar da palavra que rima com o gancho e dos itens por sua vez (SADOSKI; PAIVIO, 2009, p. tradução nossa).

O texto acima elucidava o modo como a codificação dupla trabalha dentro do verbal e do imagético, o que, com anos de trabalho, tornou-se a Teoria da Dupla Codificação. Ela foi testada a partir de diferentes abordagens e comandos durante o processo de ensino e de aprendizagem. Além disso, os autores relatam que ela se difere das outras teorias por compreender que as representações mentais conseguem reter as propriedades que são advindas dos outros meios sensoriais após sua captação e sua interpretação, algo que não elucidava apenas como amodal e abstrata. Além disso, ainda com base nos autores, a teoria como advinda das

associacionistas e conexionistas, porém enfatizam que ela se diferencia da origem por tratar verbal e não verbal como colaborativas, sendo de importância o que as relacionam e o modo como se conectam.

Discorrendo a respeito da teoria em torno da alfabetização, os teóricos dizem que “imagens poderiam derivar de, e contribuir para, contextos, bem como palavras individuais” (SADOSKI; PAIVIO, 2009, p. , tradução nossa). Portanto, se trouxermos pela memória o varal do alfabeto muitíssimo utilizado nos anos iniciais do ensino fundamental, em que a letra é representada por uma figura, que a tem como inicial, verificamos em contexto essa teoria. Assim como quando se discorre sobre o modelo atômico de Dalton, conhecido como bola de bilhar, imediatamente se associa a imagem.

Analogias e metáforas são ferramentas poderosas no processo de ensino e de aprendizagem, especialmente na alfabetização. Elas funcionam como pontes cognitivas, conectando o conhecido ao desconhecido e facilitando a compreensão de conceitos novos ou complexos. Por exemplo, a analogia do “varal do alfabeto” mencionada anteriormente é uma representação visual que ajuda as crianças a associar letras a imagens, reforçando a conexão entre símbolos escritos e seus significados (RUIZ; LUCIANO, 2012).

De acordo com Ruiz e Luciano (2012), analogias e metáforas são instâncias de processos que definem centralmente a cognição humana. Eles descrevem analogias como “a conexão de duas situações com base na existência de um padrão de relações comuns entre seus elementos constitutivos” e metáforas como “um tipo especial de analogia”, em que a relação é unidirecional.

No contexto da alfabetização, a utilização de analogias e de metáforas pode ser particularmente eficaz. Por exemplo, ao aprender sobre o modelo atômico de Dalton, conhecido como “bola de bilhar”, os alunos podem facilmente visualizar e entender a estrutura e o comportamento dos átomos. Esse é um exemplo claro de como uma metáfora bem escolhida pode facilitar a compreensão de um conceito científico complexo.

No entanto, é importante notar que o uso de analogias e de metáforas requer cuidado. Embora possam ser úteis para explicar conceitos complexos, elas também podem levar a mal-entendidos caso não sejam usados corretamente. Portanto, os educadores devem sempre garantir que as analogias e as metáforas usadas sejam apropriadas e claras para os alunos (RUIZ; LUCIANO, 2012).

Além disso, é apontado pelos autores que o interesse na utilização de imagens surgiu em torno da década de 1970, e ainda cita um compilado de estudos revisados por Plessley (1977), que indicam o potencial dessa teoria. Por conseguinte, na década de 1980, há uma maior atenção voltada à teoria, a qual foi analisada e proposta por inúmeros pesquisadores, os quais a viam como fidedigna ao processo de ensino. Os autores ainda dizem que:

A teoria unificada da alfabetização apresentada aqui abrange os processos básicos de leitura e escrita, com ênfase na compreensão da leitura e na composição escrita. A teoria também fornece relatos sobre significado, memória e recordação, e uma série de aplicações educacionais para a alfabetização que foram bem pesquisadas. Esses relatos são enquadrados em um contexto histórico de alfabetização, rastreando as raízes da teoria desde a retórica antiga até sua realização na ciência cognitiva e educacional contemporânea (SADOSKI; PAIVIO, 2009, p. ).

Compreende-se que os processos de alfabetização, de leitura, de interpretação e até mesmo de memorização são oriundos de situações que englobam a leitura, a escrita e a observação de imagens para a construção da aprendizagem nesse âmbito. Ademais, a observação do processo de alfabetização traz a luz de como os processos cognitivos durante a aprendizagem funcionam. Para isso, o autor discorre sobre sua abordagem ser empirista e pragmática, ou seja, algo que se opõe ao racionalismo, pois seu pragmatismo está intimamente ligado à comprovação empírica.

### 2.3 CONTEXTO HISTÓRICO E FILOSÓFICO

Trazendo em âmbitos filosóficos, observa-se um viés Kantiano que desafia as abordagens tradicionais, pois suas bases são conceituais concretas e enraízam as abstrações metafísicas, em que o desenvolvimento cerebral humano, que se deu através da consciência e livre arbítrio, tornou o ser passível de relembrar, falar de momentos, de situações e de objetos que não se encontram ali no instante. Assim sendo, o concreto resgata e demonstra o que é abstrato, o que é facilmente observado na arte, logo, a conversa entre linguagem e imagem se torna essencial para toda e qualquer criação (SADOSKI; PAIVIO, 2009).

No encerramento do primeiro capítulo, os autores apresentam um resumo que compila informações pertinentes aos capítulos que se seguem, abordando as pesquisas de maneira geral e o que elas representam, ou seja, o que o leitor pode esperar encontrar adiante. Os autores também afirmam que “este livro é destinado a um público amplo que inclui psicólogos, educadores, professores, estudantes de ensino superior e pesquisadores e teóricos da alfabetização” (SADOSKI; PAIVIO, 2009, p. , tradução nossa), destacando a amplitude e a necessidade do conteúdo abordado nesse livro, que percorre as áreas de saúde e de educação, acrescentando e desenvolvendo conteúdo de qualidade para todos os seus leitores.

A junção de inúmeras disciplinas para abordar a importância e a extensão deste tema ainda não o deixaria completo, pois a história e todo o desenvolvimento filosófico ainda ocorrem, afinal, eles não estão findados, ou seja, há um tratamento de modo diferenciado entre imagem e alfabetização, assim como, em várias situações, eles foram distanciados, ao invés de aproximados, tratados como processos totalmente distintos e usados separadamente. Dessa forma, é necessário analisar e aproximar, além de mostrar que ambas trabalham concomitantemente e em consonância (SADOSKI; PAIVIO, 2009).

O "método Loci", também conhecido como "Palácio da Memória", remonta a uma época anterior à educação formal e à alfabetização, quando a memória desempenhava um papel crucial na retórica e na comunicação. Dessa forma, distintas memórias foram reconhecidas: a natural, a espontânea e a artificial, que foram entregues ao treinamento. O método Loci aproveitava a memória artificial, utilizando objetos em um local específico para auxiliar na retenção e na recuperação do discurso. Por sua vez, os objetos eram desejados em diferentes partes de uma casa e o orador percorria o local, associando cada objeto a uma parte específica do discurso. Embora tenha sido amplamente utilizado ao longo dos séculos e se tornado famoso, o método Loci era limitado em proporcionar vivacidade e criatividade nos discursos, além de não ser eficaz a longo prazo ou para grandes volumes de informações. Muitas vezes, foi comparado a uma memorização mecânica de informações (SADOSKI; PAIVIO, 2009).

Ao decorrer dos contextos filosóficos e dos respectivos filósofos que tratam a respeito da imagem, tem-se Platão, o qual dizia que a imagem era pura e simplesmente uma imitação da realidade, sendo ela malfeita. Além disso, ela aproxima as imagens da alfabetização, ou seja, “para Platão, a memória e o

pensamento pareciam progredir de abstrações inatas para a linguagem” (SADOSKI; PAIVIO, 2009, p. , tradução nossa). Em suma, o abstrato faz-se totalmente necessário aos processos de cognição.

Os autores, ainda, discorrem a respeito de Aristóteles, que não era em concordância com Platão, porém, ainda é contribuinte à teoria. Para Aristóteles, a ocorrência dos pensamentos é em virtude das imagens produzidas pela mente, pois elas se transformam e se organizam para produzir e construir as memórias. Esses pensamentos ocorrem pela experimentação das coisas que são armazenadas e repercutidas pela memória, ou seja, a criação de imagem sustenta as lembranças.

Por conseguinte, os autores resgatam a utilização de imagens desde Roma, relacionando a retórica com alfabetização. Em se tratando de Santo Agostinho (354-430 d.C.), que utilizava imagens do modo descrito por Aristóteles, diz não conseguir vislumbrar uma imagem de Deus. Para Santo Agostinho, ao se ter como imagem central uma escada ou uma árvore, significa que há algo relacionado à ascensão e à descida.

A priori, a leitura não era algo de poder público, bem como não havia muitas obras a serem lidas. Com o decorrer dos períodos, as poucas obras existentes foram reunidas para estar à disposição dos poucos leitores existentes. A leitura era algo substancial, em que ela poderia ocorrer em silêncio ou murmurantemente, quando se estava sozinho, ou em voz alta, quando essa era declarada a todos. A leitura para o aprendizado deveria ser feita de forma ruminante, assim, ler, interpretar e relembrar fariam parte desse processo de digestão, pois era favorecido o uso da imaginação e, durante a leitura, ocorriam as formações de imagens mentais para se guardar da melhor forma possível àquilo que foi lido.

Por conseguinte, páginas eram escritas com espaços para comentários durante as leituras. Assim, alguns estudiosos creem que, antigamente, lia-se muito melhor do que se lê hoje. Pois, nessa época, havia imagens nas bordas dos textos as quais eram pintadas com o intuito de o texto ganhar vida, e que as palavras se tornassem insuficientes naqueles papéis, assim, as imagens complementavam e faziam as memórias trabalharem naquele texto.

Com a chegada do Renascimento, a valorização da imagem ganhou destaque significativo. Dessa forma, os autores destacam a obra atemporal *O Inferno de Dante*, como um exemplo emblemático desse período. É importante enfatizar que Dante não se limita apenas às palavras ou às imagens, pois ele explorou todos os

sentidos para estimular a imaginação do leitor, criando uma experiência sensorial rica (SADOSKI; PAIVIO, 2013). A obra de Dante, de certa forma, pode ser comparada ao sistema Loci, pois busca envolver diferentes aspectos sensoriais para atingir seus objetivos artísticos.

Nesse contexto, emerge o sistema de memória de Giordano Bruno (1548-1600) como uma evolução do método Loci. Bruno não apenas incorporou elementos desse método, mas também modificou uma gama diversificada de signos, de símbolos e de objetos em seu processo mnemônico (YATES, 1966). Contudo, sua associação ao misticismo levou à trágica morte na fogueira. Ademais, Giordano Bruno expandiu as fronteiras da técnica mnemônica, incorporando uma abordagem mais abrangente e simbólica.

Ainda com base no teórico, além de aliar a memória à arte, à ciência e à filosofia, trouxe uma dimensão mística e esotérica ao processo. Afinal, sua abordagem inovadora foi um passo além do método Loci, oferecendo uma visão mais holística e complexa da memória como uma arte multidimensional. No entanto, a intolerância da época em relação às suas ideias resultou em sua trágica execução na fogueira, demonstrando os desafios enfrentados por aqueles que ousavam questionar os paradigmas estabelecidos (INQUISIÇÃO; BRUNO, 2016). Bruno, assim, permanece não apenas como uma figura histórica controversa, mas também como um precursor audacioso no desenvolvimento das técnicas mnemônicas.

Peter Ramus (1515-1572) vem em desencontro aos métodos propostos anteriormente e se embasa na dialética, pois “seu objetivo era abolir a memória como parte da retórica e reformar a educação, fornecendo uma maneira mais simples de memorizar o conteúdo do assunto” (SADOSKI; PAIVIO, 2009, p. , tradução nossa). Assim, trouxe a memorização das páginas impressas. Tal método foi tão popular que gerou revolta, e, dessa maneira, ocorreu destruição de imagens em igrejas, com o intuito de que elas poderiam ter relação com o inferno. “Este sistema enfatiza a transmissão verbal de informações, categorização lógica e processamento cognitivo linear, e desvaloriza a imaginação mental” (SADOSKI; PAIVIO, 2009, p. , tradução nossa). Aqui, vê-se uma quebra no processo da formação de imagens mentais para leitura e para interpretação, valorizando a memorização. Após o renascimento, houve perda na popularização dos métodos de memorização, devido à facilidade de acesso aos livros e não mais a necessidade de gravar toda informação na memória.

Ademais, os autores trazem que a utilização de imagens para o processo de ensino, mais especificamente para alfabetização, é escassa no decorrer da história, pois tal uso está associado aos métodos mais sofisticados e avançados de memorização, algo que foi feito por Quintiliano e por Cícero, ou seja, a separação das imagens que são utilizadas para as palavras e para as imagens que são utilizadas para as coisas, e, durante o renascimento, tal diferenciação tornou-se slogan:

A educação humanista do Renascimento traduziu essa diferença em conteúdo e linguagem; "coisas, não palavras" tornou-se um slogan da educação humanista ao longo dos séculos. As "coisas" eram as experiências concretas da vida real, tanto no presente quanto registradas em textos clássicos (SADOSKI; PAIVIO, 2009, p. , tradução nossa).

Os objetos estão relacionados com o concreto e as palavras são tudo aquilo que vimos ou imaginamos. Além de que os métodos de alfabetização se baseavam na memorização e na combinação de letras para formar palavras e se preparar para leitura de textos. Os livros utilizados, por sua vez, poderiam ou não conter imagens, mas essas estavam diretamente relacionadas ao concreto. Comenius publicou o primeiro livro totalmente ilustrado, chamado de *Um mundo de coisas óbvias*. O autor era a favor de experiências sensoriais para que se iniciasse a leitura, não somente a memorização das letras. Além disso, ele diz que a junção da palavra com a imagem era favorável para a aprendizagem, pois, em seu livro, traz semelhança ao método proposto por Bruno Giordano e ao método Loci, os quais são visões aristotélicas e renascentistas, a, até mesmo, aos manuscritos iluminados. Porém, Comenius não substituiu o método verbal de alfabetização (SADOSKI; PAIVIO, 2009).

Durante o Iluminismo, época que foi marcada pela retomada da razão, filósofos como Francis Bacon (1561-1626), René Descartes (1596-1650) e Gottfried Leibniz (1646-1716) eram inspirados pela tradição clássica das memórias e "todos geralmente sustentavam que a imaginação na memória seria útil na organização simbólica e categorização do pensamento científico de maneira enciclopédica, para ser usada na obtenção de conhecimento universal verdadeiro por meio do raciocínio" (SADOSKI; PAIVIO, 2009, p. , tradução nossa), logo, a imagem não é supervalorizada nesse contexto e o concretismo torna-se central.

Nessa época, percebeu-se que iniciar o processo pelas letras e depois prosseguir para as palavras seria o inverso. Dessa forma, o adequado deveria ser apresentar a palavra e, partindo dela, buscar um reconhecimento de letras, sendo esse um método identificado por Friedrich Gedike (1754-1803). Em contrapartida, Jean Joseph Jacotot (1790-1840) dizia que a leitura de uma obra repetidas vezes é importante para trabalhar a imaginação e, em seguida, é preciso reduzir as partes até chegar às frases e às palavras, pois, dessa forma, as crianças as reconheceriam. Porém, houve discordância a respeito do método trazendo o livro todo, assim, retorna-se ao ponto da apresentação das palavras:

Essa unidade linguística tornou-se a mais aceita para a instrução de leitura, e a técnica ficou conhecida como o método "palavras normais", posteriormente chamado de método "vocabulário visual" ou "olhe e diga". A ideia de palavras "normais" empregadas nesse método era que objetos comuns e concretos pudessem ser apresentados, ou pelo menos ilustrados, para as crianças, à medida que a própria palavra fosse apresentada. Nesse sentido, foi semelhante à ênfase de Comenius em conteúdos concretos, representáveis e imagináveis (SADOSKI; PAIVIO, 2009, p. 34, tradução nossa).

Esse método era semelhante ao proposto por Comenius, tratando-se do que é concreto, do que é imaginável e do que é conteúdo imaginável. Posteriormente, devido à sua disseminação e ao seu aceite, substituiu o método do alfabeto.

Durante o período romântico, houve uma supervalorização do sensorial. Para Rousseau (1712-1778), a alfabetização precoce é um "*scourge on childhood*", ou seja, um flagelo a infância supervaloriza e aponta a necessidade da vivência das inúmeras experiências sensoriais antes da alfabetização. Um processo que deve ocorrer de forma natural e no tempo adequado, quando a criança sente a necessidade de ler e de escrever.

Os autores retratam que os filósofos da época influenciaram, diretamente, Pestalozzi (1746-1827) por partir do concreto para chegar ao abstrato. Assim, surge a educação "pestalozziana", que se utiliza do sensorio em situações práticas, em objetos concretos e em experiências sensoriais. Pestalozzi, ainda, se depara com o problema da abstração, das letras serem mais simples do que as palavras e assim sucessivamente. Por mais que tenha reconhecido, não foi possível solucionar o problema, pois seu método consiste em combinação de letras. Por conseguinte, William Blake (1757-1827) trata do sobrenatural e do processo imaginativo de

Samuel Taylor Coleridge (1772–1834) em que aborda sobre o fato de a mente experimentar o mundo por experiências sensoriais.

Por volta do século XIX, a alfabetização se manteve mecanicista, em que era trazido novamente o processo “ruminativo”, pois:

O desempenho da leitura nas escolas primárias até o século XIX foi em grande parte um ato de interpretação oral pública, enfatizando a pronúncia precisa, a distinção, o tom de voz, a postura de leitura e outras características da antiga retórica oral. (SADOSKI; PAIVIO; 2009, p. 38, tradução nossa).

As influências dos filósofos citados se tornaram significativas, proporcionando desenvolvimento de exercícios de objetos. Isso se dá pela observação de imagens nas cartilhas e de imagens concretas que se relacionavam diretamente ao assunto tratados. Por conseguinte, houve a utilização de histórias, de livros ilustrados, de abstração das imagens mentais. Para isso, os autores citam Maria Montessori (1907-1952), a qual desenvolve a pedagogia centrada no sensorial, já Rudolf Steiner (1861-1925), precursor da metodologia Waldorf, concebe instruções pictóricas e imagéticas.

Ademais, há as teorias desenvolvidas por Jean Piaget (1896-1980), o qual define que “a imaginação desempenhava funções representativas e, juntamente com a linguagem, funções simbólicas” (SADOSKI; PAIVIO, 2009, p. , tradução nossa). Vê-se, então, que a imagem está intimamente ligada as transformações mentais, o que, por sua vez, trabalha na leitura e na interpretação dos textos.

Aqui é possível ver a leitura se tornando "cada vez mais um pensamento silencioso e menos uma tradução oral" (SADOSKI; PAIVIO, 2009, p. , tradução nossa), sendo possível verificar que a leitura silenciosa é superior à oral. Os autores tratam de Edmund Burke Huey (1870–1913) que defende o fato da leitura e da escrita não serem primárias, mas sim secundárias e devem atender às necessidades do aprendiz:

O autor comentou que as imagens poderiam teoricamente ser experimentadas para palavras relacionais isoladas se fossem mentalmente elaboradas por meio de associações verbais comuns (por exemplo, em "elaborado" para "na casa" ou uma frase semelhante e familiar), mas a imaginação experimentada na leitura de texto geralmente derivada do contexto (SADOSKI; PAIVIO, 2009, p. 41, tradução nossa).

Para o pragmatismo, há uma emergente importância no saber fazer, ou seja, a ação, assim o autor cita que George Herbert Mead (1863-1931) se centra na importância imagética e em como ela tem sua importância na imaginação, ou seja, para o teórico, se lê e se escreve porque, antes, se imaginou. Assim, a escrita, as imagens e a imaginação são importantíssimas para Mead. Ainda elencado pelos autores, John Dewey (1859-1952) traz uma inata preocupação com questões sociais, sendo ele defensor de um aprendizado concreto e promotor de experiências antes do abstrato, em que “a experiência, tanto direta quanto imaginada, foi a base do significado e da aprendizagem”. Por fim, o resgate dos filósofos anteriores e as contribuições de Meade e de Dewey são bases para as escolas progressistas partir do concreto ao abstrato, compilando o todo, das palavras às frases e aos textos, e, frequentemente, trazendo ilustrações feitas pelas crianças.

A partir da influência behaviorista, que é avessa à utilização de imagens, e que as trata como cargas às palavras, John Watson (1878-1958) um dos precursores do behaviorismo, “(...) ao declarar que os estados mentais internos, como as imagens, não tinham significado funcional e que o pensamento e a memória eram predominantemente verbais” (SADOSKI; PAIVIO, 2009, p. , tradução nossa), portanto, a palavra toma à frente das situações. Oralidade, cartões de memorização, cartilhas que avançavam aumentando o número de palavras contidas. Essa ocorrência no século XX foi fortemente influenciada pelo behaviorismo, porém, os processos de ensino também eram ecléticos e muitas cartilhas eram permeadas de imagens e motivavam os processos de imaginação. Em contrapartida, muitos sistemas não utilizavam da imaginação até total dominância da leitura e da escrita. Nesse ponto, a ciência foi insuficiente no quesito ilustração e alfabetização durante essa época, o que ocasionou, muitas vezes, apenas ao sistema verbal.

Para a literatura moderna os autores citam que poesia está intimamente ligada às imagens, pois “a escola de pensamento literário conhecida como Nova Crítica enfatizou a imagem como um elemento essencial na literatura e uma pista importante para o simbolismo, significado, estrutura e efeito” (SADOSKI; PAIVIO, 2009, p. , tradução nossa), o que resgata a importância da imagética.

Ao longo da história, as imagens alcançaram um papel poderoso na alfabetização dos filósofos aos educadores modernos, pois houve um reconhecimento da sua importância para a cognição e o processo de aprendizagem da leitura e da escrita.

As imagens mentais e os processos verbais têm estado frequentemente em conflito na filosofia, na psicologia, na retórica e na educação. A proeminência da experiência concreta ou da abstração verbalizada tem sido um tanto competitiva, e uma tensão histórica evoluiu entre elas. Enquanto Platão enfatizou o abstrato e o verbal, Aristóteles enfatizou o concreto e o imaginal. Tomás de Aquino enfatizou imagens e semelhanças corporais, enquanto Lull enfatizou associações verbais e fórmulas abstratas. Comenius enfatizou o concreto e o pictórico enquanto Ramus enfatizou a dialética verbal. As imagens foram estoladas por figuras renascentistas e românticas, mas denunciadas por iconoclastas e behavioristas. O método do alfabeto competia com o uso de palavras e objetos concretos como veículo para a alfabetização básica. A educação pestalozziana encontrou o dilema entre o abstrato e o concreto e o simples e o complexo na estruturação da alfabetização. O pragmatismo e a abordagem da experiência dos educadores progressistas competiam com a preocupação exclusiva do behaviorismo com a aprendizagem verbal e o comportamento. Esta polaridade persiste hoje, embora tenham sido introduzidos esforços teóricos promissores que incluem processos imaginais e verbais na cognição e na alfabetização. A Teoria da Codificação Dupla é uma dessas teorias (SADOSKI; PAIVIO, 2009, p. 45-46, tradução nossa).

A Teoria da Dupla Codificação está inserida em um cenário de concordâncias e discordâncias ao longo do contexto histórico. Além disso, a presença e a importância de imagens e de formações mentais foram tantos arquivados quanto incluídos, convenientes ou desnecessários em diferentes momentos históricos. A Teoria da Dupla Codificação, ao abordar a interação entre processos imaginais e verbais na cognição e na alfabetização, reflete essa dinâmica histórica.

#### 2.4 O QUE É A TDC?

Os autores, então, apresentam a Teoria da Dupla Codificação (DCT) sendo uma teoria de cognição geral, a qual define leitura e escrita como canais de processamentos separados, pois um sistema lida com o verbal e o outro com o não verbal. Dessa forma, o sistema verbal trata intimamente da linguística, já o não verbal é responsável pelo processamento de imagens, de sons e de outras funções. Assim sendo, “a estruturação e o processamento dessas representações mentais, ou codificações, são a base de toda cognição nesta teoria” (SADOSKI; PAIVIO, 2009, p. 45-46, tradução nossa). Em outras teorias, as representações mentais são tratadas como proposições ou esquemas, já os seus mecanismos são abstratos e a linguagem é gerada através da base abstrata, porém, a DCT não trata de

abstrações, porque toda aquisição de conhecimento se transforma pelos mecanismos de sistemas conectados, os quais monitoram toda informação recebida e dão finalidade a ela.

O DCT compartilha a suposição comum em psicologia de que existe uma continuidade entre percepção e memória. As experiências externas são percebidas através da estimulação de nossas diversas modalidades sensoriais, incluindo as modalidades visuais, auditivas, táteis, gustativas e olfativas. Os padrões de respostas motoras em diversas modalidades, como a articulação da fala ou a escrita, também devem ser armazenados como parte das nossas representações cognitivas, para que as nossas modalidades possam ser descritas como sensório-motoras (SADOSKI; PAIVIO, 2009, p. 48, tradução nossa).

A partir desta teoria é possível analisar que as condições mentais humanas são concretas, porém, elas lidam com facilidade com conceitos abstratos, conforme ilustra a tabela a seguir:

**Tabela 2** – Diagrama ortogonal entre códigos e modalidades de sentido

<i>Sense Modality</i>	<i>Mental Codes</i>	
	<i>Verbal</i>	<i>Nonverbal</i>
Visual	Visual language (writing)	Visual objects
Auditory	Auditory language (speech)	Environmental sounds
Haptic	Braille, handwriting	“Feel” of objects
Gustatory	—	Taste memories
Olfactory	—	Smell memories

**Fonte:** SADOSKI; PAIVIO, 2009

Conforme verificado na tabela extraída do livro analisado, as atividades sensoriais estão ligadas aos códigos mentais, sendo que tal processamento pode ser tratado tanto pelo canal verbal quanto pelo não verbal. Os visuais, os auditivos e os hápticos (que se referem ao tato) são tratados nos dois canais, porém o gustativo e o olfativo são tratados apenas pelo não verbal. Em decorrência da ativação da memória, esses não são sentidos passíveis de verbalização, apenas de sentido e de imaginação. Cotidianamente, vê-se que as atividades ativadoras de um mesmo canal quando realizadas simultaneamente podem acabar se interrompendo, uma ou

até mesmo duas das atividades, mas as atividades tratadas pelos canais distintos ocorrem sem interferência e, até mesmo, em harmonia.

Os autores conceituam *logogens* e *imagens*, sendo aquelas relacionadas ao linguístico e as com relação ao não verbal, respectivamente:

*Logogens* são alternativamente chamados de representações verbais, codificações verbais, linguagem mental e fala interna; *imagens* são alternativamente chamadas de representações não-verbais, codificações não-verbais, imagens mentais ou imagens (SADOSKI; PAIVIO, 2009, p. , tradução nossa).

As associações para *logo* e *imago* são oriundas do grego *logo* e se associa à fala, já *imago* se associa a imagen, e *gen* é aquilo que gera, podendo ser interpretado como geradores de palavras ou de imagens.

Não há um limite, no entanto, de tamanho, nem para *logogens*, nem para *imagens*, do pequeno ao grande, pois ambas são visualizadas e processadas. Porém, pode haver complicações no visual ou outro sentido a depender desse tamanho.

O tamanho máximo dos *logogens* e das *imagens* na modalidade visual é uma questão empírica, mas parece haver alguns limites, pelo menos na nossa experiência cotidiana. Estas restrições de tamanho imaginário parecem refletir a percepção visual no mundo físico. Por exemplo, se tentarmos ler a manchete de um jornal a uma distância cada vez maior, a maioria das características individuais das letras logo se tornarão indistintas, mas as formas gerais das palavras ainda serão reconhecíveis. Ou seja, a configuração geral das palavras pode ajudar no seu reconhecimento, bem como as características e arranjos das suas partes (SADOSKI; PAIVIO, 2009, p. 52, tradução nossa).

Leitores assíduos contemplam uma vasta quantidade de *logogens* armazenadas e reconhecem letras, frases, grafemas das mais variadas formas, porém, não é necessário ser alfabetizado para ter um vasto estoque de *imagens*, por mais que haja associações entre a palavra “cachorro” e a imagem de um cachorro, o analfabeto tem em mente a imagem de um cachorro assim como o não alfabetizado. Portanto, por mais que os canais de processamento sejam diferentes, eles podem trabalhar em consonância.

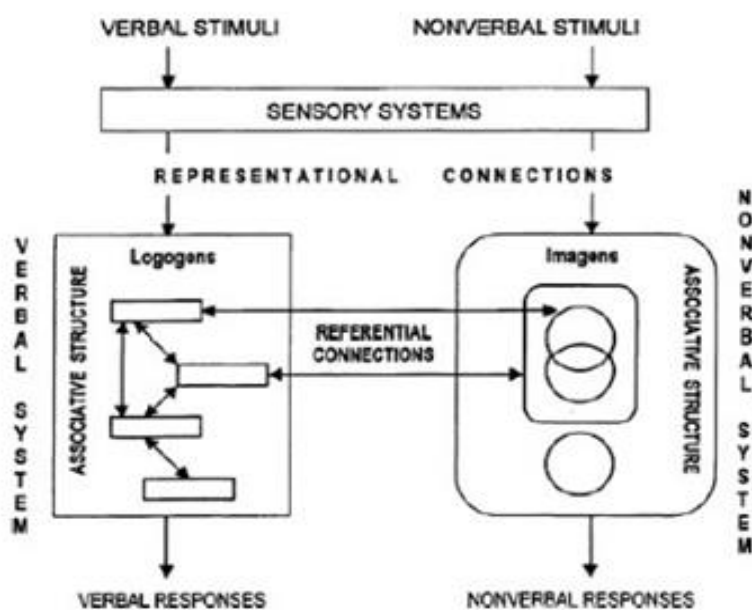
*Logogens* e *imagens* são processadas hierarquicamente, em que a hierarquia das *logogens* é superior em relação às *imagens*. *Logogens* são construídas por meio

de letras que formam sílabas, que formam palavras, frases e textos, assim sucessivamente. Com o decorrer do tempo, o que é semelhante fica fácil de ser associado e lembrado. Afinal, segundo os autores, para as imagens, o processamento ocorre de forma síncrona, e, dessa forma, possibilita imaginar todo um conjunto ou somente parte dele, e, a partir disso, é possível pensar no trânsito de uma avenida movimentada e visualizar todo ele, ou apenas no volante do carro que está sendo dirigido, e as associações ocorrem rapidamente, logo, diferente das *logogens*, ela não precisa ser sequenciais.

## 2.5 TIPOS DE PROCESSAMENTOS

Três são os níveis de processamentos associados a DTC, sendo eles representacional, referencial e associativo, conforme explicitado na figura a seguir:

**Figura 1 – Níveis de processamentos associados a DTC**



**Fonte:** Sadoski; Paivio, 2009, p. 57.

A Figura 2 mostra os sistemas verbais e não verbais, incluindo unidades representacionais e suas interconexões referenciais (entre sistemas) e associativas (dentro do sistema), bem como conexões com sistemas de entrada e de saída. (extraída de SADOSKI e PAIVIO, 2009, p. 57)

A Teoria da Dupla Codificação (DCT) aborda três níveis essenciais de processamento: representacional, referencial e associativo. No nível representacional, ocorre a organização e armazenamento de representações mentais provenientes do ambiente. O nível referencial está relacionado à atribuição de significado a essas representações, conectando a mente às entidades do mundo externo. Por fim, o nível associativo promove a integração entre representações verbais e não verbais, possibilitando uma compreensão mais holística e flexível da informação. A DCT, dessa forma, libera a interdependência entre linguagem e imaginação, contribuindo para uma compreensão mais completa dos processos cognitivos (SADOSKI; PAIVIO, 2009).

Em suma, pode-se visualizar que os sistemas verbal e não verbal funcionam separadamente, porém, concomitantemente, apesar de independentes, estão conectados. Associar imagens a palavras, assim como o contrário, se dá pelo processamento associativo, do mesmo modo que palavras abstratas podem não trazer imagem alguma, imagens desconhecidas, ou objetos desconhecidos, podem não se associar a alguma palavra. Vale ressaltar que o sistema representacional se dá pelos estímulos do ambiente e o sistema verbal se dá através da organização hierárquica das *logogens*.

O processo associativo na Teoria da Dupla Codificação (DCT) destaca a inter-relação entre imagens e palavras, uma vez que a associação pode ocorrer de maneira bidirecional. Analogamente, assim como palavras abstratas podem não evocar imagens, imagens ou objetos desconhecidos podem não estar facilmente associados às palavras. Esse efeito reflete a dinâmica do sistema representacional, no quais estímulos do ambiente são direcionados para a formação de imagens mentais, enquanto o sistema verbal opera por meio da organização hierárquica das *logogens*. Essa interconexão entre pensamentos mentais destaca a complexidade da cognição e a importância da dualidade na representação do conhecimento, uma perspectiva fundamentada na DCT (SADOSKI; PAIVIO, 2009).

Os processamentos representacionais, referenciais e associativos na Teoria da Dupla Codificação (DCT) podem ser entendidos como ativações específicas das representações mentais. O processamento representacional implica na ativação direta dessas representações por meio dos recursos apresentados no texto, enquanto o referencial envolve a ativação simultânea de dois sistemas sensoriais, como visão e audição. Já o processamento associativo permite a ativação por meio

de qualquer sistema, desde que haja uma associação entre eles. Ao ler um texto e interpretá-lo, ou ao imaginar eventos descritos, esses três processamentos entram no jogo, ilustrando a abrangência da DCT. Essa abordagem é igualmente aplicável em situações cotidianas, como assistir a um filme legendado, em que a leitura das legendas (verbal) e a percepção visual da cena (não verbal) se associam para uma compreensão completa. Essa dinâmica revela a geometria da Teoria da Dupla Codificação no entendimento de diferentes modalidades de processamento cognitivo (SADOSKI; PAIVIO, 2009).

Os processamentos organizacionais e transformacionais são de ordem superior e tidos como uma extensão dos chamados verbais e não verbais. “A suposição do DCT é que todas as estruturas representacionais e associativas implicam aprendizagem associativa. A experiência associativa repetida e invariante resulta em estruturas integradas de ordem superior (*logogens e imagens*)” (SADOSKI; PAIVIO, 2009, p. , tradução nossa).

Quando se utiliza o sistema verbal, são associadas unidades representacionais inferiores e superiores, pois, além de ativação da memória, é necessário organização sequencial, porém, as informações não verbais podem ser manipuladas em paralelo. Ao chegar em casa, o cheiro de cebola fritando adentra as narinas, logo memórias de longo prazo são ativadas e veem à mente o molho do macarrão sendo feito no fogão.

## 2.6 FUNÇÕES ASSOCIADAS AO PROCESSAMENTO

Dessa forma, os autores trazem algumas funções apresentadas pelos processos supracitados, sendo elas: mnemônicas, avaliação e monitoramento; emocionais, motivacionais e criativas. Para as funções mnemônicas, os autores dizem:

Uma implicação mnemônica direta da TCD é que a memória é servida pela codificação de informações tanto na forma verbal quanto não-verbal. A DCT assume que os códigos são independentes e aditivos; portanto, informações codificadas verbalmente e não-verbalmente devem ser lembradas melhor do que informações codificadas apenas de uma maneira (SADOSKI; PAIVIO, 2009, p. 66, tradução nossa).

Informações assimiladas pelos dois canais, simultaneamente, são gravadas com mais afinco na memória do que as assimiladas separadamente. Os autores dizem que esta estratégia é amplamente utilizada na alfabetização em âmbito internacional. Para as funções de avaliação e de monitoramento, a verbalização é muito utilizada, como as dicas verbais e o resgate. Essas dicas, por sua vez, possuem posicionamento positivo e negativo. Para isso, uma forma é fazer a (re)leitura do texto em voz alta, assim como o ajuste da voz e o monitoramento delas para marcar partes e relembrar, fazendo, assim, um ajuste de desempenho. Além disso, durante a leitura, pode ser tomado nota nas margens, grifar as partes mais importantes, e/ou repetir em voz alta o que foi grifado ou anotado.

As funções emocionais e motivacionais têm tanto relação verbal quanto não verbal, pois podem estar associadas às imagens mentais formadas no decorrer do processo, como na leitura de um romance, ou em uma história de terror, que a imaginação trabalha a favor do texto e ativa as emoções. Porém, a relação verbal é devido a extensa utilização de termos abstratos, como aterrorizada, bela, honesta, ou seja, palavras que tem um nível de abstração e acabam se posicionando apenas dentro do não verbal e precisando de associações para que sejam compreendidas.

Para as funções criativas, a visualização é vasta, pois essa é inerente ao ser humano e está intimamente ligada ao verbal e ao não verbal. Os autores dizem que:

A criatividade verbal pode ser vista no processo de criação de novos arranjos de unidades dentro da estrutura de restrições sequenciais do sistema verbal. Exemplos comuns de expressões criativas dentro desta estrutura são a cunhagem de novos termos consistentes com convenções lexicais (por exemplo, composição), novos usos lexicais dentro de convenções sintáticas (por exemplo, substantivos “verbais”, novas metáforas), novas sentenças dentro de convenções sintáticas e novos textos dentro de algumas convenções gerais de estrutura de texto. A criatividade está implícita em todas as teorias da linguagem, onde relativamente poucos padrões sintáticos e um estoque maior, mas limitado, de palavras são usados para produzir novas sentenças indefinidamente (SADOSKI; PAIVIO, 2009, p. 68, tradução nossa).

É importante recapitular que “as representações mentais são derivadas da experiência sensorial e codificadas como unidades verbais e não-verbais de vários tamanhos” (SADOSKI; PAIVIO, 2009, p. , tradução nossa). Os sistemas trabalham em concordância, dentro de seus níveis de processamento e, assim, a concomitância dele trabalha de modo assertivo a assimilação e a memorização.

## 2.7 SIGNIFICADO PARA A TDC

Fala-se, ainda, sobre a diferenciação entre significado e compreensão, ressaltando que significado é central para a DTC, pois ele é inerente às representações mentais e o processo de significação ocorre em graus. Além de que tal associação de significados deve ser familiar, se houver ou não contexto, o grau de assimilação e de significado pode ocorrer e ser processado de maneiras diferentes, ou seja, “quanto mais rica a elaboração de representações mentais ativadas e suas interconexões definidoras, mais rico é o significado” (SADOSKI; PAIVIO, 2009, p. , tradução nossa). Inúmeras formas de ativar ambos os sistemas, verbais e não verbais, geram significados mais efetivos. Da forma como se vê que o significado ocorre em níveis, retoma-se, então, a compreensão dos três níveis de processamento que estão envolvidos tanto no sistema verbal quanto no não verbal. Dessa forma, é resgatado e reanalisado os três níveis de processamento já citados neste trabalho: representacional, referencial e associativo.

Para o significado o nível representacional torna-se a peça fundamental:

A estrutura subjacente e adormecida neste nível pode ser simplesmente descrita como a disponibilidade na memória de logógenos ou imagens (estruturas neuronais) específicas da modalidade. A compreensão neste nível refere-se à ativação relativamente direta de logógenos por estímulos linguísticos e de imagens por estímulos não linguísticos (SADOSKI; PAIVIO, 2009, p. 73-74, tradução nossa).

A familiarização está intimamente ligada à representação e o saber também, logo, repetir uma palavra conhecida é diferente de reproduzi-la por escrito, porém, o ato se torna mais natural e rápido após a alfabetização. Assim, percebe-se que a codificação com facilidade está associada a familiaridade que se tem. Para o sistema referencial, há um trabalho concomitante entre *logogens* e imagens nos sistemas verbal e não verbal. Dessa forma, a mente cria imagens no decorrer da leitura, assim como cada imagem pode trazer um significado escrito. Esse evento, então, ocorre concomitantemente. Porém, algumas palavras podem não produzir imagem alguma, ou, até mesmo, uma imagem desconhecida pode não gerar nenhuma palavra.

Tratando-se de associações, para o verbal, há uma ocorrência sequencial, e conforme já supracitado, o não verbal ocorre de forma síncrona:

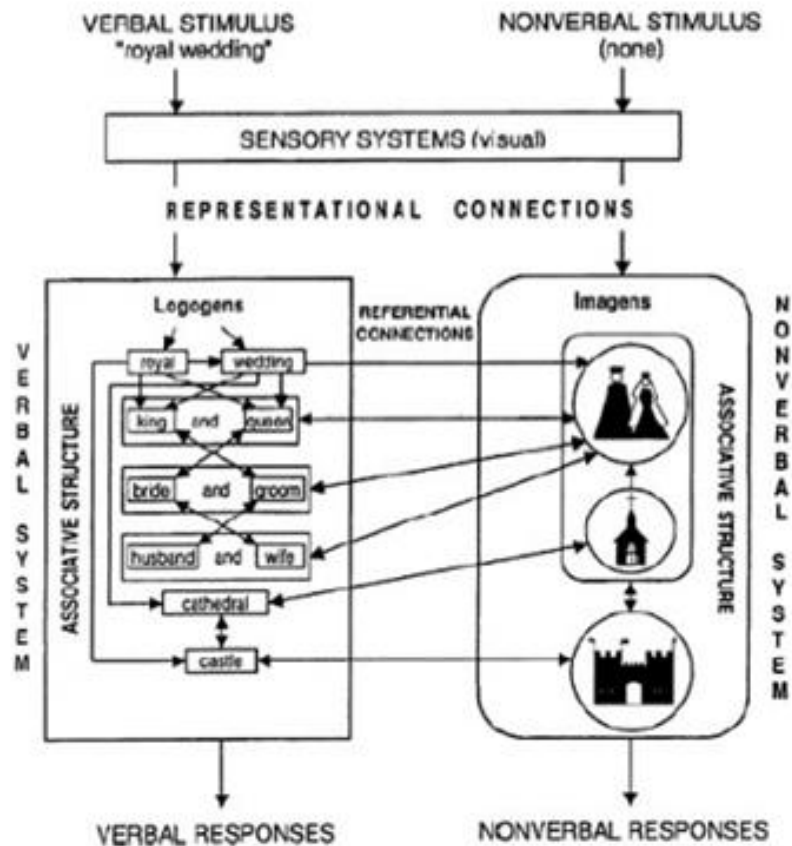
As associações entre imagens formam contextos imaginais que muitas vezes são conjuntos sobrepostos e aninhados. Assim como os logógenos, não se teoriza que as imagens tenham um tamanho específico, de modo que o que é o todo e o que são as partes se torna um tanto fluido. Os primeiros planos fundem-se com os fundos em ambientes ambientais que mudam com o tempo, espaço e movimento imaginados, para que possamos ajustar a perspectiva de várias maneiras. Esses ambientes internos formam contextos situacionais internos que também são essenciais para o significado (SADOSKI; PAIVIO, 2009, p. 77, tradução nossa).

Imagens podem ser reconhecidas em diferentes contextos e a formação do imagético ocorre de modo síncrono às atividades corriqueiras, porém, para a formação de frases, é necessário o reconhecimento de letra, ou seja, realizar as associações delas, para então formar palavras e, por fim, formar uma frase e um texto completo. Em suma, as dependências entre os sistemas são evidentes em todos os âmbitos e quanto mais complexas, maior corroboração o aprendizado e a memória de longo prazo. No entanto, ressalta-se que não pode ser esquecido que tais correlações são flexíveis a depender das situações que se encontram inseridas e ao nível de abstração com referência ao indivíduo em contexto.

## 2.8 MODELOS MENTAIS

Tratando-se de modelos mentais, dentro da DTC é uma referência a ativação das *logogens* ou imagens juntamente com as conexões, sendo elas referenciais ou associativas, onde tal ocorrência tem dependência e relação direta aos níveis de significado e compreensão.

**Figura 2** - Exemplo de conexões representacionais, referenciais e associativas para a frase concreta “casamento real”



Fonte: SADOSKI; PAIVIO, 2009.

A frase "casamento real" pode ser comprovada sob a perspectiva dos três níveis de processamento na Teoria da Dupla Codificação (DCT). No nível representacional, a conexão ocorre através da criação de representações mentais visuais e conceituais associadas à ideia de um casamento que envolve figuras reais, como membros da realidade. No nível referencial, a frase evoca a associação direta com eventos reais de casamentos envolvendo membros da realeza, como o casamento do príncipe William e Kate Middleton. Já no nível associativo, as conexões podem se estender para além do contexto real, incluindo elementos simbólicos e emocionais associados a conceitos como romance, tradição e glamour relacionados a cerimônias de casamento real. Essas conexões representacionais, referenciais e associativas aprimoraram uma compreensão rica e multifacetada da expressão "casamento real" dentro do arcabouço da DCT (SADOSKI; PAIVIO, 2009).

Esse é um possível modelo mental da frase teorizada pela DCT. Os autores descrevem que o “modelo mental” não está incluindo nenhuma novidade, ele se associa à uma representação com o intuito de demonstrar através de um esquema que pode ser total ou parcialmente afetado pelo contexto em que o indivíduo está inserido. Logo, compreender a linguagem abstrata está ligado ao processamento associativo verbal relacionado às imagens e, tanto o concreto quanto o abstrato dos modelos mentais, concordam com o já supracitado e desenvolvido a respeito da DCT.

## 2.9 GRAMÁTICA, METÁFORA E A TDC

Gramaticalmente, as associações ocorrem verbal e não verbalmente, em suma, normalmente, existe uma dependência da familiaridade do contexto, ou, ainda, se há uma correta escrita/fala dentro das normas. Além disso, há captação do que foi dito/lido e, por conseguinte, os canais funcionam em concordância para gerar compreensão. Dessa forma, linguagens abstratas tendem a necessitar de maior utilização de decodificações verbais, mesmo que essas já sejam familiares, assim, em linguagens muito abstratas e de pouca familiaridade, aumenta-se o nível de dificuldade oriundo ao leitor e isso, por sua vez, pode causar impedimento a progressão.

Logo, percebe-se que há infinitas são as associações quando se trata do verbal e não verbal, por isso:

Empregamos esta analogia semiótica alargada para defender a ideia de que todo o significado pode, em última análise, assentar numa base de experiência direta e não-verbal. A troca de algumas formas de dinheiro por outras formas de dinheiro pode facilitar os gastos, mas essas trocas não compram pão. Da mesma forma, o significado da linguagem concreta pode depender fortemente da sua evocação de imagens, e a linguagem abstrata pode ser entendida mais em termos dos seus associados verbais, mas em algum lugar entre as ligações verbal-associativas a linguagem abstrata deve encontrar referência externa a algo que não é linguagem. Esta é a visão da DCT sobre “estrutura profunda” (SADOSKI; PAIVIO, 2009, p. 85-86, tradução nossa)

Diversas palavras, excessivamente abstratas, são (re)conhecidas através de associações. Por outro lado, se procurarmos/pesquisarmos a origem da palavra “abstrato”, encontraremos que ela é oriunda do latim “abstractus”, cujo significado é

“separado por força, Sadoski e Paivio, (2009) trazem a palavra relacionada à fora ou à longe, a puxar ou a desenhar. Vê-se, portanto, que palavras abstratas necessitam de associações para serem entendidas. Se for dito “a menina é bela”, é necessário compreender o significado de belo, aliás, é preciso considerar os padrões de beleza culturais e também incluir gostos pessoais. Logo, a palavra associada à beleza, além de abstrato, requer conhecimento cultural e gosto pessoal.

Assim, é compreendido pelos autores que linguagem e imagem geram os significados das coisas, pois, nessa concepção, toda linguagem se associa a uma metáfora e, conseqüentemente, materializa o significado, ou seja, traz para o real e para o concreto. As metáforas, porém, desempenham um papel fundamental na geração de significados, conferindo uma dimensão mais rica e vívida às expressões linguísticas. Ao solicitar associações tanto verbais quanto não verbais, como metáforas de riqueza do processo cognitivo, estabelece-se redes entre conceitos aparentemente diferentes. No entanto, é vital refletir didaticamente que, embora as metáforas contribuam para a complexidade e para a profundidade do discurso, seu uso não está isento de limitações. Dessa forma, a interpretação das metáforas pode variar significativamente entre diferentes indivíduos, contextos culturais e experiências pessoais, o que pode gerar ambigüidades e desafios na comunicação.

Em um sentido mais amplo, o processo de significação e de representação desempenha papéis distintos nos âmbitos cognitivo e social. A significação, dentro do contexto cognitivo, refere-se à atribuição de significado a elementos linguísticos, envolvendo o entendimento individual e subjetivo. Por outro lado, a representação, no âmbito social, está intrinsecamente ligada à construção coletiva de significados por meio da linguagem. Ambos os processos são interdependentes e moldados pela complexa interação entre experiências individuais e influências sociais, destacando a natureza dinâmica da linguagem na construção do conhecimento (SADOSKI; PAIVIO, 2009).

## 2.10 O AFETO E A TDC

Chega-se, então, a necessidade de envolver o afeto no processo de significação. Esse afeto, por conseguinte, está intimamente ligado aos processos de leitura, de interpretação e de compreensão do processo como um todo.

Na leitura, a cognição teoricamente precederia o afeto, pelo menos nas suas fases iniciais. Isto é, embora possamos ter uma preferência prévia pelo tema geral de um texto em questão, seria difícil ter uma resposta muito afetiva ao conteúdo de um texto que consideramos completamente obscuro. Nos termos da TCD, algum grau de significado representacional teria que ocorrer antes que reações afetivas específicas a ele pudessem ocorrer. Isto implica que, embora as reações afetivas pudessem ser estimuladas, elas ocorreriam principalmente nos níveis referencial e associativo do significado e, portanto, envolveriam tanto os sistemas não-verbais como os verbais (SADOSKI; PAIVIO, 2009, p. 88, tradução nossa).

Percebe-se que a leitura e a compreensão de algo que já é de conhecimento prévio, que traz memórias afetivas ou de gosto pessoal refinado, é de maior facilidade para compreensão do leitor, porém, em textos desconhecidos que envolvem conhecimento abstrato, ocorreria, então, a utilização por associação dos sistemas verbal e não verbal para gerar compreensão daquilo que está sendo lido/estudado.

O autor trata dos aspectos emocionais e afetivos, sendo eles intimamente relacionados com o sistema não verbal, pois fazem parte dos sentidos humanos. Existem, porém, controvérsias tratadas na psicologia a respeito das emoções, logo, é necessário que haja compreensão de tais aspectos para melhor desenvolvimento dessa teoria. O afeto, por exemplo, ativa a memória, o cheiro, a cor, o sabor etc. Todos eles, dessa forma, ativam a memória afetiva de alguma maneira. Assim, a nível de exemplo, no decorrer da leitura de um romance, o autor costuma escrever para que o leitor se sinta de forma diferente da leitura de um conto de terror. O mesmo processo ocorre se a pessoa for ler um texto técnico, pois haverá um outro sentimento, algo completamente distinto do romance e do terror. Portanto, a compreensão das emoções torna-se essencial para o processo de interpretação.

## 2.11 MEMÓRIA E A TDC

Tratando-se da memória, pode-se classificar em semântica e em episódica, sendo a memória semântica a que trata do conhecimento de modo geral, já a episódica se concentra em situações geográficas e temporais. Essa teoria - que está sendo explanada - consegue explicar de modo valioso ambas as memórias supracitadas, em virtude de suas estruturas e de suas suposições. A conceituação e a memória semântica estão intimamente ligadas e derivam das conexões formadas

pelas representações oriundas do verbal e do não verbal, as quais necessitam de associações entre os dois sistemas. Ademais, tanto a conceituação quanto a memória semântica trazem ênfase na importância tida pelas representações verbais para atuar como significância dentro dos contextos excessivamente abstratos.

A memória episódica é amplamente estudada e conceituada a fim de relacioná-la com a leitura/a interpretação, ou seja, compreensão do que é proposto em um texto. Essa memória pode ser integrada ao abstrato e promover explicações satisfatórias ao que diz respeito das relações verbais e associativas inseridas em contexto determinado. Tratando-se do concreto, podem ocorrer associações, mesmo que as relações do verbal e do não verbal ocorram de forma mais superficial. Pode-se dizer, ainda, que essa memória episódica é um aditivo ao verbal e ao não verbal. Afinal, o imagético é de extrema importância e, assim, simboliza e integra o que é proposto no texto.

Ao verificarmos a respeito da memória e da sua relação com essa teoria, é válido lembrar que a TDC se trata de um conceito geral da cognição, logo, ela fornece explicações a respeito do processo de leitura, por isso vem de encontro com a explicação de inúmeros fenômenos relacionados a esse processo. É necessário um compilado de informações para validar e tornar a teoria fidedigna, assim como compará-la e associá-la a outras teorias pré-existentes.

## 2.12 TDC, TEORIAS ATUAIS, CONTRIBUIÇÕES GERAIS

As teorias atuais, assim como a teoria descrita, são extremamente interativas. A teoria tratada, bem como outras teorias cognitivas, sugere que os processos podem ser ascendentes ou descendentes. Processos ascendentes envolvem a organização da linguagem e das suas representações mentais, sendo elas as *logogens*, ou seja, sensoriais. Já para processos descendentes, é preciso compreender vários graus de significado, de coerência e de inferência. Há, dessa forma, conexões que se entrelaçam. Em outras palavras, há utilização de processos verbais e de processos não verbais em concomitância, os quais podem fornecer contextos diversos, integrar ou interferir no texto. A mudança de posição durante o processo de leitura, como interrupções, pode modelar, afetar e interferir nas representações. Portanto, enfatiza-se a necessidade de parcimônia durante as análises das teorias cognitivas.

Os autores discorrem sobre tal teoria também relacionar-se a escrita, pois, para eles, através dela é possível ter uma “explicação parcimoniosa e abrangente do processo de composição” (SADOSKI; PAIVIO, 2009, p. , tradução nossa). Dessa forma, é possível perceber que os teóricos analisam aspectos que são exclusivamente da escrita, como é o caso da composição. Logo, são teorias que corroboram a TDC e explicitam o conceito de retórico.

Processos de leitura e de escrita estão intimamente interligados. Por isso, se compreendido o modo dos processos associados a leitura, compreende-se, então, a construção associada a escrita. A teoria descrita pode ser tratada como consistente, por estabelecer e tornar possível a construção da teoria geral da cognição, que pode ser aplicada tanto à linguagem quanto a produção dela, assim, trata das cognições verbal e não verbal.

A realização da pesquisa experimental e de registros anedóticos são satisfatórios, afinal, a pesquisa revisou os termos da teoria e testou algumas possibilidades. Em conjunto com análises empíricas, os registros anedóticos, que compõem a obra, trazem fundamental papel das imagens nos processos de linguagens, sendo eles essenciais na interpretação, pois tanto a persona quanto a retórica são/estão conectados à teoria, os quais são fortemente explicados e descritos por ela.

### 3 A COLETA DOS DADOS

#### 3.1 COMO SE DEU O PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO DA COLETA DE DADOS.

Conforme já descrito na introdução do presente trabalho, sou professora há mais de dez anos. Iniciei minha carreira como estagiária de química em um colégio particular, sendo esse estágio remunerado e extracurricular. Desde então, venho trabalhando na rede pública e na privada, com aulas nas disciplinas de química, de física e de matemática.

O início desta pesquisa, creio que assim como qualquer uma, foi moroso. Me via em uma situação que não sabia, ao certo, qual caminho seguir. O intuito, desde o início deste mestrado, era desenvolver um trabalho com a Teoria da Dupla Codificação, pois, após alguns estudos, tive a percepção de trabalhar em concordância a ela em sala de aula. Sendo assim, a busca por algo que combinasse a Teoria da Cognição Geral de Paivio e que pudesse gerar um trabalho rico, promissor surgiu após aulas de metodologias ativas, além dos encontros com o professor Marcelo Cirino.

Por fim, a decisão seria a de combinar a Teoria da Cognição Geral, do Allan Paivio, pois trata-se de um trabalho com pouquíssimas publicações em língua portuguesa, algo que tratasse, de fato, sobre a terminologia “sala de aula invertida” que, apesar de muito disseminada, não apresentava pesquisas dentro do âmbito que me propus a pesquisar. Ademais, ressalta-se que se trata de um arranjo didático que já fazia em minhas aulas.

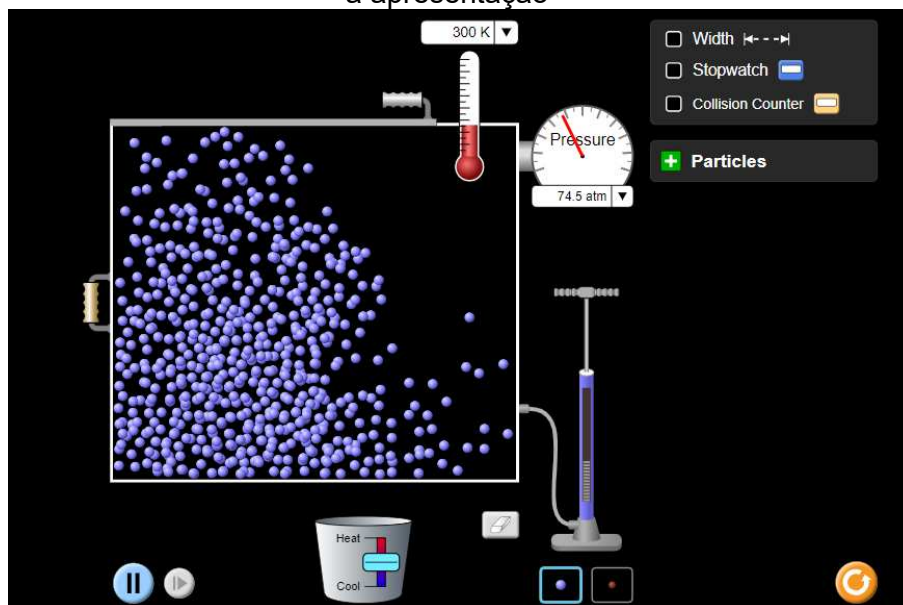
A princípio, a coleta de dados foi iniciada em uma turma de primeira série do ensino médio, em uma escola particular da cidade de Londrina, Paraná. Nesse ambiente, já eram utilizados conceitos voltados a DCT, assim como o arranjo didático da SAI desde o início do ano letivo de 2022. No último bimestre do ano, foi proposto aos alunos que, em grupos, realizassem a construção e a apresentação de um seminário sobre o assunto “Transformações Gasosas”.

A turma, por sua vez, teve duas aulas para organizar a apresentação; e duas aulas para apresentar o seminário. Tal trabalho exigia:

1. Respostas a uma seleção de perguntas, as quais foram discutidas ao final das exposições;
2. A apresentação de um experimento;

3. A utilização do simulador *PhetColorado* para a demonstração das transformações gasosas;
4. Apresentação de slides;
5. Apresentação dos trechos selecionados como conteúdo para a turma.

**Figura 3** - Captura de tela do simulador *PhetColorado* que foi utilizado pelos alunos durante a apresentação



**Fonte:** Captura de tela do simulador *PhetColorado*, 2023, [p.i.].

Após as apresentações, foi promovido um diálogo com os alunos a respeito da metodologia utilizada para a aplicação desse conteúdo. De modo geral, houve uma resposta positiva advinda de todos eles, porém, por ser uma aplicação “piloto”, não foram colhidos e anexados dados suficientes que corroborem fidedignamente com este trabalho. O intuito seria continuar com a coleta no ano seguinte, porém, a turma de ensino médio da escola fechou e não havia turmas de química no ensino regular, apenas no pré-vestibular. Desse modo, reorganizei a estratégia para fazer a aplicação nesse curso pré-vestibular, conforme será descrito a seguir.

### 3.2 A RESPEITO DO AMBIENTE ONDE FOI APLICADO O MÉTODO

A coleta de dados se deu em um curso pré-vestibular, intitulado *Primeiros Passos para Universidade* (PPU). Um curso sem fins lucrativos, com professores voluntários, sendo mantido por entidade assistencial religiosa. O PPU tem como mantenedora a Congregação São José Marelo, localizada na zona leste de Londrina, Paraná,

sendo uma casa de acolhimento que dispõe de inúmeras atividades à comunidade de forma gratuita. Apesar de ser mantido por uma entidade religiosa, a instituição não tem relações com a religião, ou seja, é confessional, laico.

O Projeto Político Pedagógico (PPP), do curso pré-vestibular, ainda está em construção, sendo assim, a organização, o planejamento e o funcionamento do curso se dá através de seu Regimento Interno, o qual prevê seus objetivos, membros e funções, coordenação geral, coordenação pedagógica, técnica e secretaria, professores, alunos, vagas, seleção e matrícula de alunos, aulas e simulados, reuniões entre coordenação pedagógica e professores, coordenação discente, procedimentos e penalidades dos alunos, procedimentos e penalidades dos professores-voluntários. Em suma, todas as funções da instituição.

### 3.3 A RESPEITO DO REGIMENTO INTERNO

O Regimento Interno do curso objetiva o atendimento de jovens em idade pré-vestibular até 32 anos de comunidades carentes de Londrina e regiões do interior do Paraná. Tendo como intuito a promoção da integração das diferentes juventudes, bem como o preparo para vestibulares e para concursos, voltado a jovens que não possuem acesso a cursos preparatórios particulares, além de uma capacitação voltada a formação humana. Através dele, é possível que professores voluntários desenvolvam atividades extracurriculares e tenham experiências profissionais coletivas diferenciadas. O curso pré-vestibular, por sua vez, é pautado na pedagogia de Paulo Freire tendo como intuito a formação de sujeitos críticos e ativos socialmente.

Sua composição é dada por coordenação geral, pedagógica, técnica e discente, bem como secretaria, professores, colaboradores e alunos. Sendo a Coordenação Geral responsável pela organização de todas as atividades do cursinho, bem como o convite e a convocação de colaboradores e de voluntariados, sendo ela composta pelo diretor do Centro Juvenil Vocacional (CJV). De modo geral, a coordenação pedagógica se responsabiliza pelos encaminhamentos pedagógicos, planejamento de calendário, análise e contratação de voluntários, e da mediação entre alunos e professores.

Ademais, é responsabilidade do coordenador técnico as divulgações, as inscrições e as matrículas, assim como controle de frequência e auxílio de

professores em aulas, sendo elas remotas e/ou híbridas. A secretaria vem em auxílio à coordenação geral no que se trata de documentação de estudantes e de discentes. A composição do corpo docente, por sua vez, se dá por professores atuantes em qualquer modalidade de ensino, sendo licenciados, acadêmicos ou profissionais simpatizantes da área de ensino disposta na grade curricular. Eles, então, são responsáveis pelas atividades de docência, de modo voluntariado, ou seja, não há vínculo empregatício, nem remuneração.

Há uma oferta anual de 40 vagas, em que os alunos são selecionados através de um processo seletivo simplificado. Nele é realizada uma análise de um questionário socioeconômico e de vulnerabilidade dos estudantes. Assim sendo, até 20% das vagas podem ser preenchidas por ex-alunos do PPU, desde que se enquadrem nos critérios estabelecidos, já o restante dos candidatos aguarda em uma lista de espera.

Com isso, são de obrigatoriedade dos alunos a participação nas aulas e nos aulões (aulas estendidas, com duração de três horas), simulados e outras atividades que possam ser propostas durante o período letivo. Dessa forma, a ausência do aluno durante cinco dias consecutivos ou oito dias no mês, sem uma justificativa, o desvincula de forma automática. As aulas ocorreram de modo presencial, de segunda a quinta-feira das 18h55 às 21h50. Às sextas-feiras e aos sábados, por outro lado, são destinados às atividades extraclasse.

Houve reuniões periódicas entre a coordenação e os professores, bem como formação pedagógica no início do ano letivo, além das reuniões extraordinárias quando necessário, as quais eram sugeridas tanto pelo corpo docente, quanto pela coordenação.

A coordenação discente é formada por três estudantes matriculados, os quais foram escolhidos pelos próprios alunos. Desses, era obrigatória a composição de duas mulheres e de um homem. Já a eleição ocorre em Assembleia, dois meses após o início das aulas. Sendo assim, é de dever da coordenação discente a participação em reuniões e em formações, a colaboração de modo geral para manter a ordem, o bem-estar e a assiduidade dos alunos.

Dadas às necessidades, penalidades podem ser aplicadas a professores e a alunos, de verbais a escritas, variando de acordo com o ocorrido. É assegurado para ambos o direito de ampla defesa em situações drásticas, em que é definida pelas

coordenações a necessidade ou não do desligamento do indivíduo como penalidade.

### 3.4 A RESPEITO DA APLICAÇÃO DO MÉTODO PARA COLETA DE DADOS

Nas aulas semanais de química, começamos com a metodologia tradicional, que é familiar para os alunos e envolve o uso de quadro e de giz, atrelado a um método expositivo. Isso nos permitiu avaliar e diagnosticar o nível de conhecimento deles. Para facilitar a coleta de dados, fizemos ajustes que se alinhavam à metodologia escolhida. Depois, para acostumar os alunos com o novo método, incorporamos o uso de textos e de vídeos, além de promovermos discussões sobre o conteúdo durante as aulas.

Atrelado a isso, de forma paralela, foram disponibilizados no *classroom* aos alunos, com uma semana de antecedência, os seguintes materiais:

- Textos:
  - NOVAIS, Stefano Araújo. **Ligações Químicas**. Manual da química.<sup>3</sup>
  - ELIAS, Kauane. **Ligações químicas**: tipos, características e exercícios. Estratégia Vestibulares.<sup>4</sup>
- Vídeo:
  - CANAL TODA MATÉRIA. **Ligações**: tipos e características.<sup>5</sup>

A partir dos textos e do vídeo, os alunos elaborariam um resumo da maneira que melhor lhe agradasse (texto, tópicos, mapa mental), mas precisaria responder as seguintes questões:

1. É possível encontrar elementos químicos sozinhos na natureza?
2. Por que as ligações químicas ocorrem?
3. Qual é a principal diferença entre o comportamento dos elementos em uma ligação iônica e em uma ligação covalente?
4. A regra do octeto é válida para qualquer elemento químico? Ela pode

---

<sup>3</sup> Disponível em: < <https://www.manualdaquimica.com/quimica-geral/ligacoes-quimicas.htm> >

<sup>4</sup> Disponível em: <<https://vestibulares.estrategia.com/portal/quimica/ligacoes-quimicas/>>

<sup>5</sup> Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=FDnxddw0P1g>>

servir como “referência” em uma ligação química?

A elaboração do resumo deveria constar a respostas das quatro perguntas e os principais pontos encontrados pelos alunos dentro dos textos. Os materiais propostos eram apenas norteadores, assim, os estudantes tinham liberdade para buscar outros materiais que contemplassem o assunto estudado para o desenvolvimento do resumo. Para a execução, foram utilizadas quatro aulas, de quarenta minutos cada, em que, em duas delas, ocorreu o desenvolvimento do conteúdo de acordo com a metodologia escolhida; e duas foram utilizadas para resolução de exercícios, bem como de um questionário avaliativo da metodologia escolhida pela professora. Sendo elas o arranjo didático *flipped classroom* e a teoria de cognição geral *Dual Coding Theory*, que já foram descritas nos capítulos anteriores desta pesquisa.

É válido ressaltar que o esperado era que os alunos fizessem a leitura do material e o desenvolvimento do resumo previamente, porém, de modo geral, a turma não o fez. Alguns alunos disseram ter acessado o material, mas não o leram na íntegra, nem produziram o resumo solicitado. Valeiro e Moreira (2018) dizem que é possível salientar a necessidade da pré-disposição à aprendizagem, à autorregulação e ao comprometimento necessário vinculado ao aluno para a SAI ou para qualquer outra proposta metodológica. Porém, Pereira e Silva (2018) relatam que pode haver:

(...) dificuldade de acesso aos conteúdos/atividades online, em virtude da falta de tempo (pois trabalham) impactando no conteúdo a ser abordado em sala de aula, forçando o professor a retomar na íntegra, o que remete aos moldes de ensino tradicional (PEREIRA; SILVA, 2018, p. 76).

Conforme descrito pela teoria, há semelhança desses alunos com o fato, uma vez que, em sua maioria, trabalham e frequentam o curso no período da noite, além de que alguns não possuem acesso à internet fora do curso ou do ambiente de trabalho, o que prejudicou o desenvolvimento prévio dos resumos solicitados.

Utilizou-se, então, a primeira aula, de quarenta minutos, para que os alunos lessem os textos, assistissem ao vídeo e produzissem o resumo.

Quem não assiste aos vídeos em casa pode vê-los na sala de aula. Mas esses alunos que usam a sala de aula para assistir aos vídeos perdem o tempo valioso de interação com o professor, quando este perambula pela sala de aula e ajuda os alunos (BERGMAN e SAMS, 2016).

Conforme já citado anteriormente, no Capítulo 1, a SAI é uma estratégia adaptativa, a qual pode se acomodar de modo que atenda confortavelmente alunos e professores. O intuito da SAI é promover aprendizagem, portanto, adaptá-la ao contexto é essencial. O vídeo, então, foi apresentado de forma coletiva para não sobrecarregar a rede do curso pré-vestibular. Logo após o vídeo, os alunos leram o texto escolhido entre os três *links* disponibilizados e produziram um resumo partindo das questões propostas.

O professor interessado em inverter a sala de aula nesse tipo de ambiente teria de conceber a aula de modo que todas as tarefas (assistir a vídeos, outras atividades práticas e avaliações) pudessem ser feitas em sala de aula durante o horário escolar. Sem dúvida, seria algo muito mais parecido com uma aula assíncrona de aprendizagem para o domínio (BERGMAN; SAMS, 2016, p. ).

Passada a primeira aula, a turma em geral solicitou mais alguns minutos para finalizar os resumos. Totalizando, assim, uma média de 60 minutos para reprodução do vídeo, leitura do material e desenvolvimento do resumo. Por conseguinte, fez-se uma discussão a respeito do conteúdo proposto. Tomaram, como base, as perguntas norteadoras do resumo. Logo, a partir delas, fiz o questionamento aos alunos e a turma respondia, debatia entre si a respeito do conteúdo.

Em consequência dessa mudança da função do professor, que passa a atuar mais como esclarecedor de dúvidas do que apresentador de conteúdo, temos o privilégio de observar a maneira como os alunos interagem uns com os outros. Ao perambularmos pela sala de aula, nós testemunhamos a criação de seus próprios grupos de colaboração. Eles passam a se ajudar, em vez de dependerem exclusivamente do professor como único disseminador do conhecimento. É algo mágico de observar. A toda hora nos surpreendemos com o modo como nossos alunos trabalham em equipe e aprendem coletivamente (BERGMAN; SANS, 2016).

Durante a discussão, consegui observar que os alunos que participaram mais ativamente e demonstravam se apropriar de modo adequado do conteúdo proposto

conseguiam reproduzir oralmente, formular ideias e novos questionamentos a respeito deles.

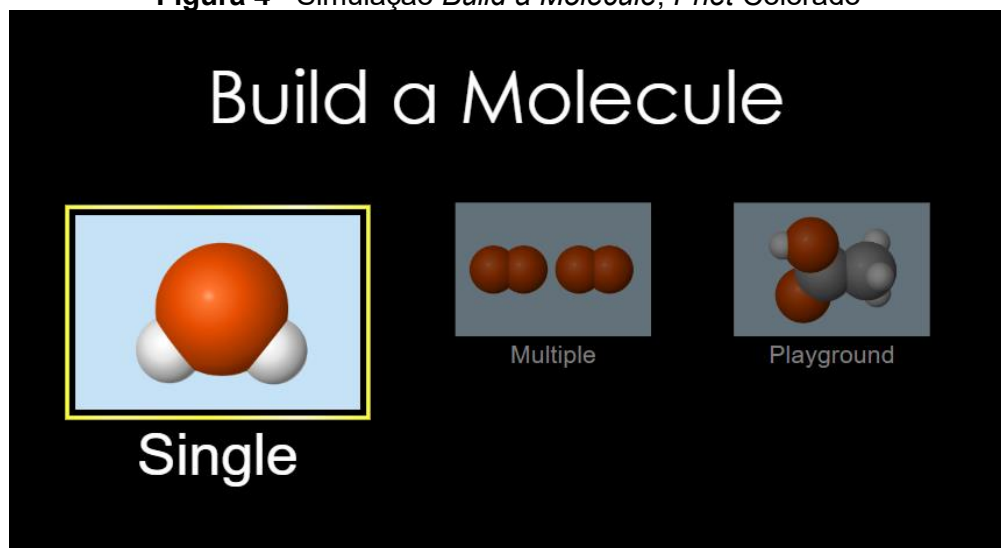
Após a discussão sobre o conteúdo, foi utilizado, para demonstração, o simulador *PethColorado*, cujo funcionamento já era de conhecimento dos alunos, pois é utilizado por outros professores em sala de aula. Um exemplo dado por eles foi a utilização na disciplina de Física:

Fundado em 2002 pelo Prêmio Nobel Carl Wieman, o projeto PhET Interactive Simulations da Universidade do Colorado Boulder cria simulações interativas gratuitas de matemática e ciências. Os simuladores PhET são baseados em extensas [pesquisas](#) educacionais e envolvem os alunos por meio de um ambiente intuitivo e semelhante a um jogo, onde os alunos aprendem por meio da exploração e da descoberta (*PHET COLORADO*, 2002, [p.i.]).

Esse simulador tem como objetivo proporcionar experiências de aprendizagem inclusivas e envolventes em grande escala. Assim, a utilização de um modelo multimodal nas simulações PhET permite que os alunos explorem conceitos através de recursos visuais, auditivos e táteis. Isso não só capacita alunos com diferentes habilidades sensoriais, mas também oferece novas maneiras de aprender que não são centradas na tela. Com a evolução e a expansão do design inclusivo, haverá um aumento na disponibilidade de simulações com recursos inclusivos. No entanto, a implementação desses recursos pode variar, dependendo de sua complexidade (*PHET COLORADO*, 2002).

Conforme já supracitado, utilizou-se a simulação *Build a Molecule*, tendo como tela inicial:

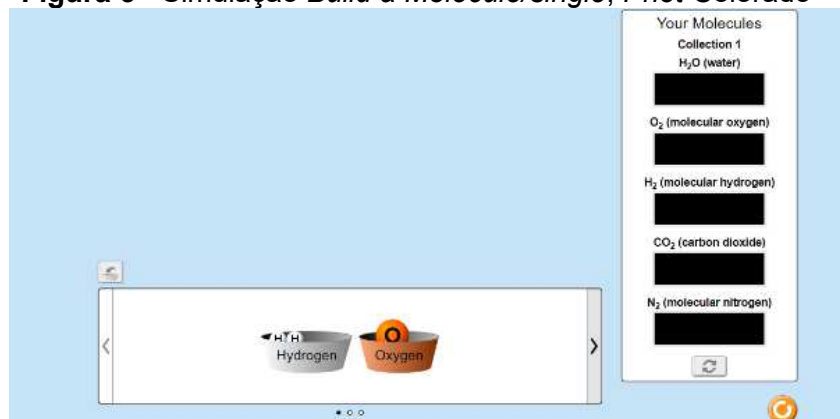
Figura 4 - Simulação *Build a Molecule*, Phet Colorado



Fonte: Autor, ano, p.

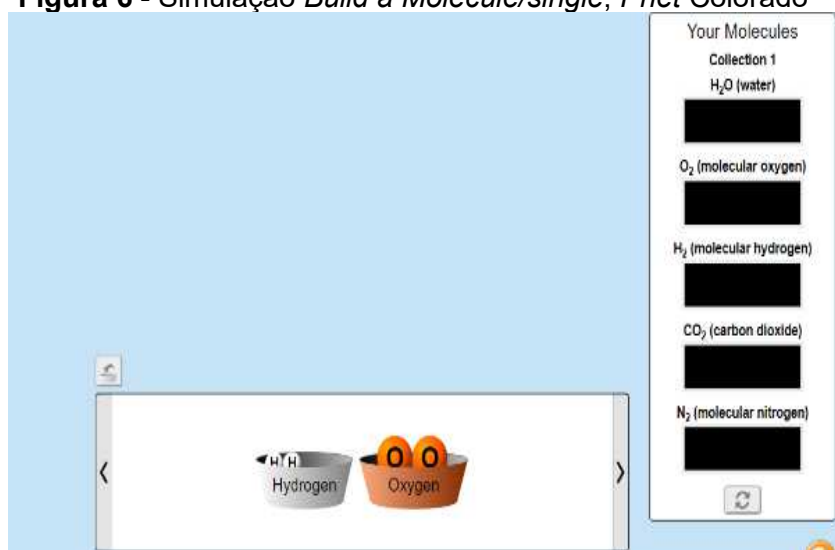
A simulação “Construa uma Molécula” da PhET oferece três modos de operação: *Single*, *Multiple* e *Playground*. O modo *Single* apresenta a página inicial conforme a imagem a seguir e te dá a opção de formar algumas moléculas com os elementos disponíveis dentro de pratinhos, conforme demonstram as imagens a seguir:

Figura 5 - Simulação *Build a Molecule/single*, Phet Colorado



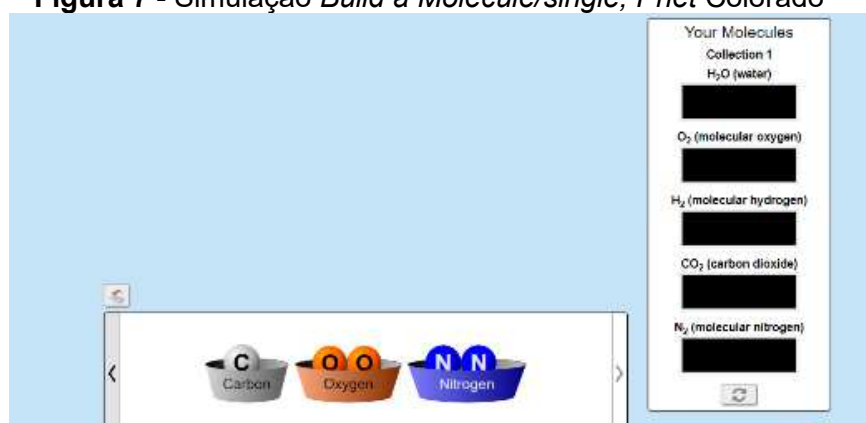
Fonte: Autor, ano, p.

**Figura 6 - Simulação *Build a Molecule/single*, Phet Colorado**



Fonte: Autor, ano, p.

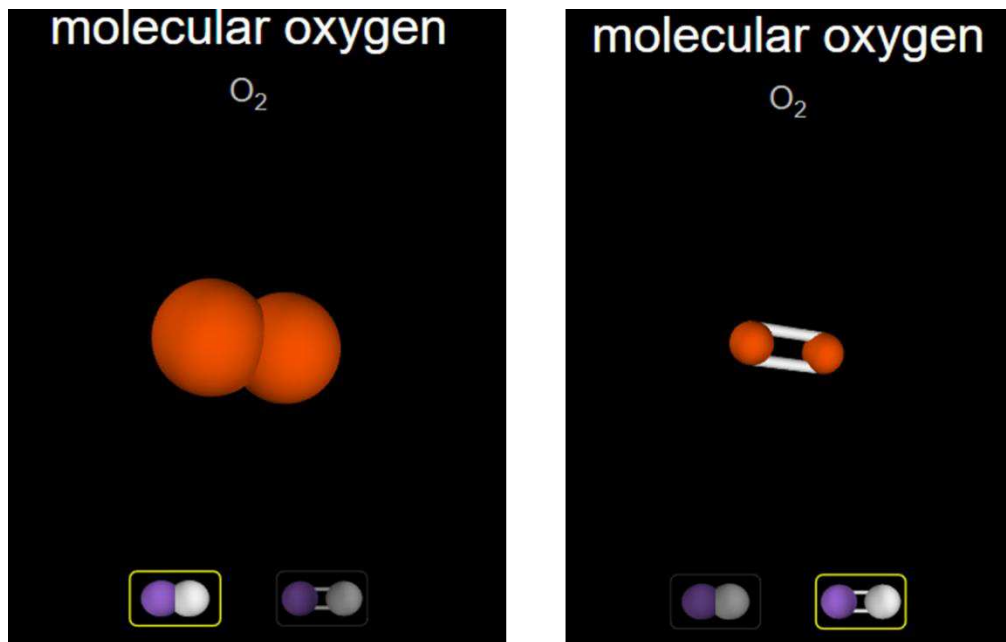
**Figura 7 - Simulação *Build a Molecule/single*, Phet Colorado**



Fonte: Autor, ano, p.

Após a montagem, existe a opção de vê-la em 3D e também as ligações entre os elementos, como mostram as imagens a seguir:

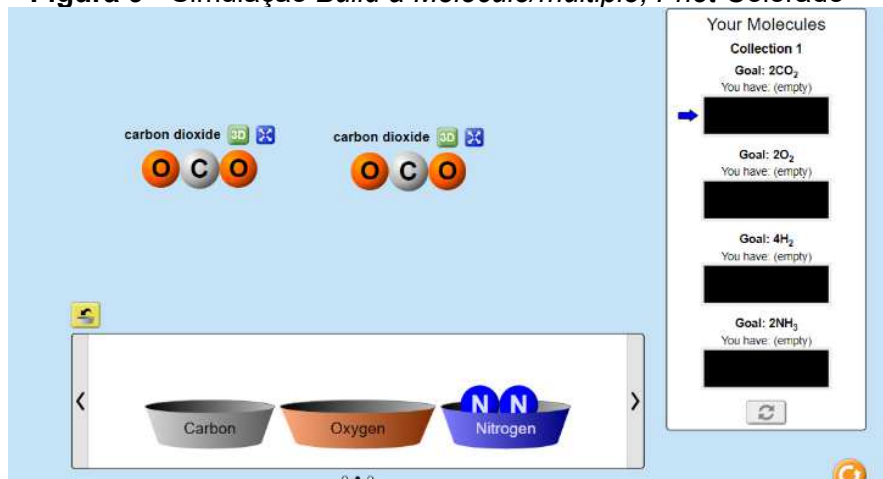
**Figura 8** - Simulação *Build a Molecule/single/molecular oxygen*, Phet Colorado



Fonte: Autor, ano, p.

Na opção *multiple*, o simulador sugere a montagem de mais de uma molécula ao mesmo tempo, conforme as imagens a seguir. Também é possível observá-las em 3D, bem como as ligações.

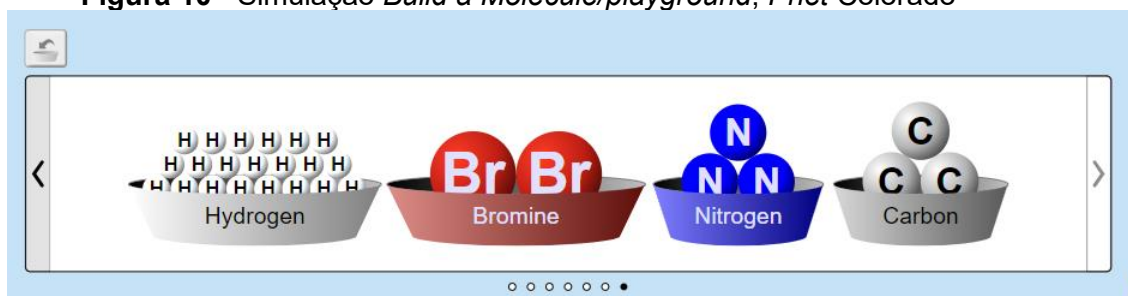
**Figura 9** - Simulação *Build a Molecule/multiple*, Phet Colorado



Fonte: Autor, ano, p.

Na opção *playground*, o simulador não sugere moléculas, conforme as imagens a seguir, mas disponibiliza vários pratinhos com elementos diferentes para a montagem delas. Tem-se sete telas com elementos variados para a montagem das moléculas, todos seguindo o padrão da imagem e, também, é possível observá-las em 3D, assim como as ligações, como nas opções *single* e *multiple*.

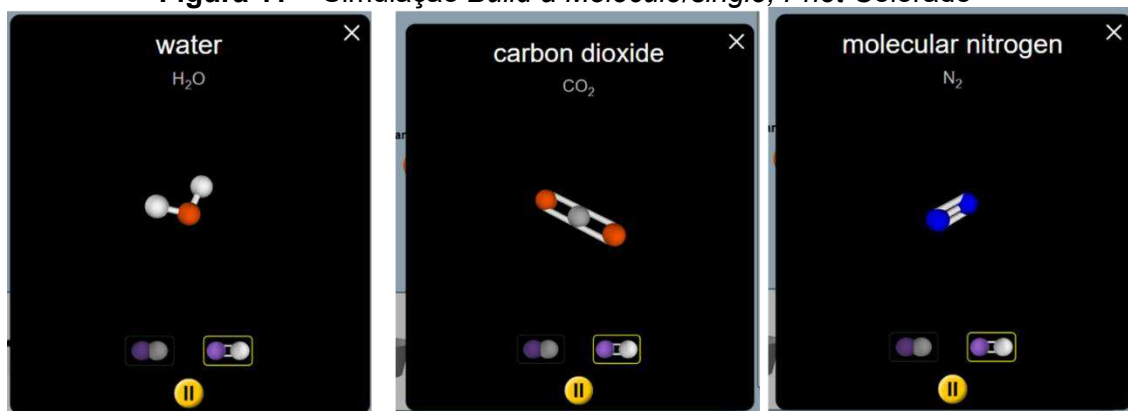
**Figura 10** - Simulação *Build a Molecule/playground*, Phet Colorado



Fonte: Autor, ano, p.

Foi utilizado com a turma a opção *single*, pois o intuito era mostrar as moléculas e as ligações simples, duplas e triplas, conforme as imagens a seguir:

**Figura 11** - Simulação *Build a Molecule/single*, Phet Colorado



Fonte: Autor, ano, p.

Durante a utilização da simulação, os alunos demonstraram interesse pelas moléculas, questionando a respeito das ligações e do comportamento delas, lembraram, durante a apresentação, os conceitos de distribuição eletrônica e a Teoria do Octeto, fazendo observações a respeito e relacionando com as moléculas.

### 3.5 A RESPEITO DOS EXERCÍCIOS RESPONDIDOS PELOS ALUNOS

Na semana seguinte, os alunos iniciaram a resolução dos exercícios propostos a respeito dos conteúdos, processo esse que necessitou de duas aulas de 40 minutos, não sendo consecutivas. A atividade se deu início em uma semana e foi finalizada na outra. Durante a resolução, eles consultaram o resumo construído por eles e discutiram entre si a respeito das questões, formulando hipóteses e ideias, além de construir suas próprias respostas para cada questão. Os alunos tiveram

acesso à tabela periódica, seja impressa, seja celular e fizeram algumas perguntas a respeito das dúvidas sobre o conteúdo.

O questionário é composto por seis questões extraídas dos sites disponibilizados para os alunos no *Classroom*. As questões propostas, de um modo geral, avaliavam se o aluno compreendeu o conceito de ligações químicas, a teoria do octeto, se ele sabia diferenciar os tipos de ligações, bem como os elementos que compõe cada uma delas.

A tabela, a seguir, mostra as respostas obtidas pelos alunos para a questão de número 1:

1. Para que um átomo de um elemento químico, que possui número atômico igual a 17, adquira estabilidade, de acordo com a regra do octeto, o que deve ocorrer com ele?

**Tabela 3 – Pergunta 1**

<b>ALUNO</b>	<b>RESPOSTA</b>
<b>1</b>	Precisa de elétrons para ficar estável, pois são 8 no total e ele possui 7.
<b>2</b>	Ele precisa de 1 elétron, que adquire através de ligações químicas.
<b>3</b>	Ele está na natureza fazendo uma ligação com outro elemento para ele completar o oitavo elétron. E receber estabilidade.
<b>4</b>	Eles vão compartilhar elétrons para que fiquem estáveis, ou receber sempre, buscando a estabilidade independentemente da ligação.
<b>5</b>	Ele deve receber um elétron para adquirir estabilidade, já que sua camada de valência tem 7 elétrons.
<b>6</b>	Deve ocorrer a ligação com algum outro elemento para que ele se estabilize e esteja estável.
<b>7</b>	Eles iriam doar elétrons, pois buscam ficar estáveis
<b>8</b>	O elemento precisa de 8 átomos para ser estável, necessitando, assim, de 1 elétron em sua última camada.
<b>9</b>	Ele precisa fazer uma ligação para que seus elétrons da última camada vão de 7 para 8 e fique em estabilidade.
<b>10</b>	Ele precisa de 1 elétron para ficar estável e ter 8 átomos na última camada.

- 11 Ele tem que fazer apenas uma ligação para se equilibrar. Na última camada de valência tem apenas 7 elétrons, tendo que fazer uma ligação do tipo covalente.
- 12 Ele deverá receber elétrons para alcançar estabilidade.
- 13 Ele precisa de um elétron a mais.
- 14 Deve ocorrer doação de elétrons através de ligações químicas para camada de valência.
- 15 Deve ocorrer doação de elétrons para a camada de valência.
- 16 Ele precisa adquirir 1 elétron, pois, segundo a Teoria do Octeto, um elemento se torna estável com 8 elétrons na última camada de valência.
- 17 Ele deve se ligar a um outro elemento para adquirir estabilidade.
- 18 Tem que fazer ligação com outro elemento pra “execer” elétron pra obter estabilidade.
- 19 Ele precisa ganhar 1 elétron para ter 8 átomos em sua última camada e assim obter estabilidade.
- 20 Para que ele se torne estável precisa de 1 elétron.
- 21 Não respondeu.
- 22 Precisa adquirir 1 elétron para ficar estável.
- 23 Ele precisa ganhar 1 elétron para ter 8 átomos na última camada de valência e se tornar estável.
- 24 Não respondeu.
- 25 Ele precisa de mais 1 elétron.
- 26 Dever ocorrer doação de elétrons para camada de valência.
- 27 Ele ia precisar de mais 1 elétron.
- 28 Ele precisa de 1 elétron para ficar estável, pois são 8 no total e ele possui 7.

---

**Fonte:** Elaborado pela autora, 2023, [p.i.].

Compreendendo a aprendizagem dos estudantes, nota-se uma compreensão parcial do conceito de ligação química. Alguns estudantes identificam que o elemento Cl compartilha ou recebe elétrons para adquirir estabilidade, refletindo a alta eletronegatividade desse elemento. As respostas variam, indicando diferentes níveis de entendimento. Alguns expressam a necessidade do elemento adquirir mais

um elétron, enquanto outros apresentam uma compreensão mais completa, mencionando que os elementos compartilham ou recebem elétrons em busca de estabilidade, independentemente do tipo de ligação.

Sob a perspectiva da aprendizagem significativa de Ausubel (2022), os estudantes estão tentando relacionar os novos conhecimentos com os conceitos já existentes em sua estrutura cognitiva. No entanto, a presença de conceitos errôneos e incompletos sugere a necessidade de estratégias de ensino mais eficazes para facilitar a aquisição de conhecimento correto e completo.

2. Entre as substâncias etanol, dióxido de carbono, cloreto de sódio e gás hélio quais apresentam apenas ligações químicas do tipo covalente? (DADOS: etanol  $C_2H_6O$ ; dióxido de carbono  $CO_2$ ; cloreto de sódio  $NaCl$ ; gás hélio  $He$ )

**Tabela 4 – Pergunta 2**

<b>Aluno</b>	<b>Respostas</b>
1	Etanol e cloreto de sódio, pois compartilham elétrons.
2	Etanol, gás hélio, dióxido de carbono.
3	$C_2H_6O$ covalente, $CO_2$ covalente, $NaCl$ não é covalente, $He$ não é covalente.
4	Covalente: $CO_2$ e $C_2H_6O$ .
5	$CO_2$ e $C_2H_6O$ .
6	Etanol e Dióxido de Carbono.
7	Covalente: $CO_2$ e $C_2H_6O$ .
8	O etanol e o cloreto de sódio que apresentam ligações covalente (compartilham elétrons).
9	Etanol e Dióxido de Carbono.
10	Etanol e cloreto de sódio compartilham elétrons.
11	Etanol e dióxido de carbono fazem apenas ligações covalentes.
12	$CO_2$ e $C_2H_6O$ .
13	Etanol e dióxido de carbono acontece compartilhamento de elétrons.
14	Etanol $C_2H_6O$ e Dióxido de Carbono $CO_2$ .

15	Etanol e Dióxido de Carbono.
16	Apenas o etanol e o dióxido de carbono, pois ocorrerá o compartilhamento de elétrons, tornando-os estáveis.
17	Dióxido de Carbono CO <sub>2</sub> .
18	CO <sub>2</sub> e C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O.
19	Etanol e cloreto de sódio. Pois compartilham elétrons.
20	O etanol e o dióxido de carbono possuem ligações covalentes.
21	Não respondeu.
22	O etanol e o cloreto de sódio.
23	Etanol e cloreto de sódio.
24	Não respondeu.
25	Etanol, dióxido de carbono.
26	Etanol, dióxido de carbono.
27	Etanol e cloreto de sódio
28	Etanol e cloreto de sódio, pois compartilham elétrons.

---

**Fonte:** Elaboração da autora, 2023, [p.i.].

A análise das respostas dos alunos indica uma compreensão variada do conceito de ligação química. Alguns estudantes demonstraram confusões, como a classificação errônea do gás hélio como formando uma ligação covalente e a inclusão do cloreto de sódio, que forma uma ligação iônica, como um composto covalente. Além disso, a omissão do etanol por um aluno sugere uma compreensão incompleta dos compostos que podem formar ligações covalentes.

Esses erros apontam para a necessidade de instrução adicional para esclarecer a compreensão dos alunos sobre as diferenças entre os tipos de ligações químicas e as propriedades dos elementos e dos compostos químicos. Sob a perspectiva da aprendizagem significativa de Ausubel (2022), é crucial que os novos conhecimentos se conectem aos conceitos já existentes na estrutura cognitiva do aluno. Portanto, estratégias de ensino que ajudem os alunos a fazer essas conexões podem ser úteis para melhorar a compreensão desses conceitos.

3. (UERJ-adaptada) Para fabricar um dispositivo condutor de eletricidade, uma empresa dispõe dos materiais apresentados na tabela abaixo:

Material	Composição química
I	C
II	S
III	As
IV	Fe

Sabe-se que a condutividade elétrica de um sólido depende do tipo de ligação Inter atômica existente em sua estrutura. Nos átomos que realizam ligação metálica, os elétrons livres são os responsáveis por essa propriedade. Assim, qual o material mais eficiente para a fabricação do dispositivo?

**Tabela 5 – Pergunta 3**

Aluno	Respostas
1	Ferro, pois apresenta ligação metálica.
2	Não respondeu.
3	Fe, pois o metal seria o mais eficiente.
4	O ferro é o material mais eficiente, ele é um metal.
5	Ferro, porque o ferro é metal e metais tem uma boa condutividade.
6	O elemento seria Fe pois faz parte da tabela dos metais.
7	Ferro, pois ele é um metal.
8	O ferro, onde os elétrons livres (positivos) juntam-se com elétrons negativos, e assim geram maior condução.
9	O ferro, pois ele tem as propriedades mais parecidas com um metal, e faz ligação metálica.
10	Ferro, os elétrons soltos positivos que juntam-se com o negativo gera uma maior condução.
11	Fe, pois é um metal.
12	Ferro, porque ele é um metal.
13	Ferro, ele tem a ligação metálica onde tem a liberação de elétrons, deixando em volta de uma nuvem de elétrons positivos.
14	Ferro, porque ele tem os elétrons livres na camada de valência

---

formando cátions positivos. Deixando os mesmos submersos em uma nuvem de elétrons.

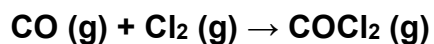
- 15** O ferro, porque esses elementos tem os elétrons soltos formando cátions com carga positiva deixando eles entre uma nuvem de elétrons.
- 16** O Fe ou ferro pois esses vão ter os elétrons livres formando cátions positivos tornando o elemento melhor condutor de eletricidade.
- 17** Ferro, pois metais são melhores condutores de eletricidade.
- 18** Ferro porque metal é melhor condutor de energia.
- 19** Não respondeu.
- 20** Não respondeu.
- 21** Não respondeu.
- 22** Fe, pois apresenta ligação metálica.
- 23** Ferro, pois ele tem uma tendência de condição maior.
- 24** Não respondeu.
- 25** Fe, ele é metal.
- 26** Não respondeu.
- 27** Não respondeu.
- 28** Ferro, pois o elétron solto positivo que se juntam com os negativos tem maior condução de eletricidade.

---

**Fonte:** Elaborado pela autora, 2023, [p.i.].

A unanimidade dos alunos em escolher o ferro como material e justificar sua escolha com base em suas propriedades metálicas e na presença de ligações metálicas indica uma compreensão sólida desses conceitos. O ferro, sendo um metal, é conhecido por suas fortes ligações metálicas, que resultam em propriedades como alta condutividade térmica e elétrica. Essa resposta dos alunos demonstra que eles foram capazes de aplicar corretamente seus conhecimentos prévios ao contexto da pergunta, um aspecto central da aprendizagem significativa de Ausubel (2022).

4. (Uespi) O fosgênio ( $\text{COCl}_2$ ), um gás incolor, tóxico, de cheiro penetrante, utilizado na 1ª Guerra Mundial como gás asfixiante, é produzido a partir da reação:



Sobre a molécula do fosgênio, podemos afirmar que ela apresenta:

- A) duas ligações duplas e duas ligações simples.
- B) uma ligação dupla e duas ligações simples.
- C) duas ligações duplas e uma ligação simples.
- D) uma ligação tripla e uma ligação dupla.
- E) uma ligação tripla e uma ligação simples.

**Tabela 6** – Pergunta 4

<b>Aluno</b>	<b>Resposta</b>
1	B
2	B
3	B
4	B
5	B
6	B
7	B
8	B
9	B
10	B
11	B
12	B
13	B
14	B
15	B
16	B
17	C
18	B
19	B
20	Não respondeu
21	B
22	B
23	B
24	B

25	B
26	Não respondeu
27	B
28	B

**Fonte:** Elaboração da autora, 2023, [p.i.].

A resposta dos alunos à questão indica um alto nível de compreensão do conteúdo, já que a maioria escolheu a alternativa correta “B”. No entanto, a escolha da aluna pela alternativa “C” sugere uma possível área de confusão ou mal-entendido. Isso destaca a importância de revisar os conceitos e garantir que todos os alunos tenham uma compreensão clara. A aprendizagem significativa, conforme proposto por Ausubel (2022), enfatiza a importância de conectar novas informações a conceitos já existentes na estrutura cognitiva do aluno. Portanto, é crucial identificar e abordar esses mal-entendidos para facilitar a aprendizagem efetiva.

Ressalta-se que participaram da pesquisa 28 alunos. Desses, 21 responderam na íntegra às 4 questões propostas a respeito de ligações químicas. Os 7 alunos que não finalizaram variaram entre excesso de conversa durante a resolução da atividade, ou faltaram na aula para finalização do questionário. Conforme já descrito anteriormente, foram necessárias duas aulas de 40 minutos para a resolução dos exercícios e do questionário, porém elas não ocorreram no mesmo dia.

Com base nas respostas dos estudantes, é possível analisar algumas situações. Os autores Valerio e Moreira (2028) dizem que este arranjo didático funciona como uma estratégia de organização, mas corre o risco de exceder os conteúdos propostos e se tornar superficial. O estudante engajado se adapta, contudo, um estudante desinteressado pode se perder e não conseguir um posterior resgate. Portanto, cabe ao professor analisar o perfil da turma e verificar como está se dando o processo durante o desenvolvimento do conteúdo.

Embora ainda existam algumas incertezas em relação ao conteúdo proposto, a maioria dos estudantes conseguiu cumprir e responder ao solicitado. Isso pode ser atribuído a várias circunstâncias, como falta de prática, insegurança, esquecimento, ou, até mesmo, a não aceitação do método. A eficácia será avaliada posteriormente, com base nas respostas dos próprios alunos.

A sala de aula invertida é uma metodologia que pode ajudar a superar esses desafios. Nesse método, os alunos estudam o conteúdo em casa antes da aula e, em sala, discutem o que aprenderam e tiram as dúvidas com professores e colegas (BERGMANN; SAMS, 2012). Isso permite que os alunos tenham um papel ativo na construção de seu conhecimento, o que é fundamental para a aprendizagem significativa.

A teoria da cognição geral de Paivio (1971) também pode ser aplicada aqui. O autor propôs a teoria do Código Dual, que sugere que as informações são processadas através de dois canais separados - um verbal e um visual. Isso pode ser aplicado na sala de aula invertida, em que os alunos podem se beneficiar do uso de materiais visuais e verbais para melhorar a compreensão e a retenção do conteúdo.

### 3.6 AVALIAÇÃO DO MÉTODO

O método foi avaliado pelos alunos juntamente com a resolução dos exercícios. Foi respondido um questionário composto por 6 questões, sendo elas voltadas ao método proposto e algumas questões de cunho pessoal, com o intuito de compreender o público atendido durante a pesquisa.

Segue o questionário utilizado:

**Figura 12 - Questionário**

- Cursando Ensino Médio? ( ) sim ( ) não.	- Se sim, qual série: 1 <sup>a</sup> ( ) 2 <sup>a</sup> ( ) 3 <sup>a</sup> ( )
- Se terminou, há quanto tempo: _____	- Já prestou vestibular anteriormente? sim( ) não( )
- Irá prestar vestibular em 2022? Sim ( ) não ( )	
- Por qual motivo procurou cursinho pré-vestibular?	

**Fonte:** Elaboração da autora, 2023, [p.i.].

Dos 28 alunos participantes, a maioria, 22, ainda está cursando o ensino médio, incluindo um aluno no 4º ano de um curso técnico. Desses, 6 alunos já concluíram o ensino médio, variando de seis meses a quatro anos atrás. Além disso, 18 nunca prestaram vestibular, e apenas 8 não planejam prestar vestibular em 2022.

Em geral, os alunos buscam o curso pré-vestibular para se preparar para o vestibular ou para o ENEM.

1. A utilização de textos prévios, anteriores a explanação do conteúdo em sala de aula, facilitou seu aprendizado? Explique de que forma.

**Tabela 7 – Pergunta 1**

<b>Alunos</b>	<b>Respostas</b>
<b>1</b>	Sim, eu tenho bastante dificuldade de aprender, então a utilização de textos me ajuda bastante.
<b>2</b>	Sim, para mim funciona como uma introdução ao conteúdo e facilita meu entendimento.
<b>3</b>	Sim, pois ajuda na memorização do conteúdo, e a entender melhor a matéria.
<b>4</b>	Todas as maneiras e as formas passadas como conteúdo “foi” boa para o aprendizado, conseguimos nos prender na aula.
<b>5</b>	Sim, pois com os textos há uma maior facilidade para entender e estudar depois.
<b>6</b>	Facilitou, pois esse material dinamiza a aula.
<b>7</b>	Sim, a aula foi mais produtiva, pois não precisamos copiar, desse modo, sobra mais tempo para a aprendizagem.
<b>8</b>	Sim, por conta de tornar o aprendizado mais didático.
<b>9</b>	Sim, pois assim quando o professor explica o conteúdo em sala, eu já tenho uma ideia sobre o que ele está falando, e consigo acompanhar a explicação.
<b>10</b>	Sim, deu uma base para a aula ser mais fluida, assim facilitando tanto para o professor quanto para o aluno.
<b>11</b>	Sim, facilitou, pois ter o auxílio do texto anterior a explicação me ajudou a fixar mais o conteúdo.
<b>12</b>	Sim, pois ajuda na hora de identificar as dúvidas.
<b>13</b>	Sim, lendo textos e fazendo exercícios + vídeos aulas ajuda a fixar melhor o conteúdo.
<b>14</b>	Sim, ajudou a compreender e acompanhar a professora nas explicações.
<b>15</b>	Sim, ajudou com o meu aprendizado.
<b>16</b>	Sim, pois assim consigo ter conhecimento e a aula não se torna uma

---

	surpresa.
<b>17</b>	Sim, é melhor para dar uma contextualizada antes de aprofundar o assunto.
<b>18</b>	Sim, mas dependendo do assunto eu prefiro vídeo.
<b>19</b>	Sim, tive um entendimento melhor e mais prático dos exercícios e do conteúdo relacionados.
<b>20</b>	Comecei há poucos dias, mas acredito que ajuda muito para ter mais noção do que só ouvir.
<b>21</b>	Facilitou, pois pra mim a leitura ajuda bastante a compreender a matéria.
<b>22</b>	Sim, mas prefiro um resumo no quadro
<b>23</b>	Bastante, pois dá uma aprofundada na teoria.
<b>24</b>	Mesmo tendo participado apenas de uma aula até o momento, penso que leitura e conhecimento prévio do conteúdo facilita na introdução prática da matéria.
<b>25</b>	Não respondeu.
<b>26</b>	Não respondeu.
<b>27</b>	Sim, ajuda a integrar o professor e o aluno.
<b>28</b>	Sim, pois reforçam o aprendizado constante no dia a dia, as informações que temos nos textos complementam a aprendizagem.

---

**Fonte:** Elaboração da autora, 2023, [p.i.].

A maioria dos 28 alunos participantes expressou uma visão positiva sobre o uso de textos como ferramenta de aprendizado. Eles acreditam que os textos ajudam a introduzir o conteúdo, facilitar o entendimento, auxiliar na memorização e tornar as aulas mais produtivas e didáticas. Alguns alunos destacaram que os textos permitem que eles acompanhem melhor as explicações do professor e identifiquem suas dúvidas. Além disso, a leitura prévia do conteúdo foi vista como benéfica para a compreensão e fixação do material. No entanto, alguns alunos expressaram preferência por vídeos ou por resumos no quadro, dependendo do assunto. Dois alunos não responderam.

As respostas dos alunos indicam uma preferência pela metodologia da sala de aula invertida. Nesse modelo, o acesso prévio ao conteúdo permite que os alunos se preparem para a aula, identifiquem dúvidas e participem ativamente do processo de aprendizagem.

2. A utilização de vídeo prévio, anterior a explanação em sala de aula, contribuiu com seu aprendizado? Como?

**Tabela 8 – Pergunta 2**

<b>Alunos</b>	<b>Respostas</b>
1	Não, porque eu sinto que não consigo prestar atenção o suficiente.
2	Mais ou menos.
3	Ajudou um pouco, não me ajuda muito, pois tenho déficit de atenção, e me disperso muito rápido, então os vídeos não são muito “eficaz” pra mim.
4	Sim, faz a aula sair dos padrões comum e nos fixar nela.
5	Sim, explicações com imagens ajuda no foco e para assistir depois.
6	Ajuda, pois um conteúdo com essa forma diferente com relação as imagens e sons colabora.
7	Para mim poder assistir ao vídeo novamente se tivesse dúvidas.
8	Sim, pois assim como os textos, tornou meu aprendizado mais fácil e bem explicativo.
9	Sim, assim como os textos, até mais, faz com que eu entenda melhor o conteúdo.
10	Contribuiu, pois o conteúdo foi absorvido mais facilmente.
11	Sim, funcionou como um complemento da explicação, ajudando a esclarecer o que talvez eu não tenha entendido na hora da explicação.
12	Sim, pois foi uma forma diferente de entender o conteúdo.
13	Sim, ajuda a fixar o conteúdo, e tem também uma explicação fácil.
14	Sim, ajudou a entender mais como funciona as ligações químicas e como os elétrons reagem.
15	Sim, me ajudou muito.
16	Sim, a ajuda visual e explicação exterior ajuda a compreender a

---

	matéria de forma diferente.
17	Ajudou para melhor visualizar.
18	Me ajuda a decorar melhor a matéria.
19	Sim, me ajudou de forma rápida e (não finalizou a resposta).
20	Sim, gosto de vídeos e aprendo ouvindo, acho ótimo.
21	Sim, contribuiu, pois nos vídeos apresentados tem bastante figuras que “facilia” o aprendizado.
22	Sim, ajudou a lembrar mas prefiro ouvir a explicação na aula.
23	Contribuiu, pois deu uma breve revisada. E ajudou no resumo.
24	Não respondeu.
25	Não respondeu.
26	Não respondeu.
27	Sim, porque é algo mais dinâmico e me prende a atenção.
28	Contribui para que possamos aprender de uma maneira diferente, pois o vídeo pode ser autoexplicativo.

---

**Fonte:** Elaborado pela autora, 2023, [p.i.].

A maioria dos alunos expressou que os vídeos auxiliam no aprendizado, seja por proporcionar uma explicação visual, por permitir revisões posteriores, seja por oferecer uma abordagem didática diferente. No entanto, alguns alunos mencionaram dificuldades, como déficit de atenção, que podem limitar a eficácia dos vídeos para eles.

Isso se alinha com a Teoria da Codificação Dual de Paivio (1971), que sugere que as informações são processadas através de dois canais distintos na mente humana: um verbal e um visual. Segundo Paivio (1971), a formação de imagens mentais e associações verbais pode impulsionar o aprendizado. Portanto, os vídeos, que combinam elementos visuais e verbais, podem ser uma ferramenta eficaz para melhorar a compreensão e retenção do conteúdo.

3. A produção de um resumo, em sua opinião, auxiliou na compreensão e na absorção do conteúdo proposto?

<b>Alunos</b>	<b>Respostas</b>
1	Entrei tem pouco tempo e não fiz o resumo, mas com certeza auxilia, porque eu aprendo mais escrevendo.
2	Sim, me ajuda a rever o que não entendi.
3	Com certeza, pois ajuda a ganhar tempo, e é muito mais fácil para aprender o conteúdo.
4	Com os resumos para mim complica um pouco, porque a leitura de textos não me prende.
5	Sim, principalmente quando o resumo é na forma de mapa mental.
6	Sim, mas ainda prefiro os anteriores (texto e vídeo).
7	Sim, ajuda a fechar o ciclo de aprendizagem.
8	Sim.
9	Sim, ajuda a “fixa” o conteúdo.
10	Sim, explicar bem em tão pouco tempo não é para qualquer um, e a professora realizou isso com excelência durante as aulas.
11	Sim, ajudou a fixar a matéria.
12	Sim.
13	Sim, colocando no papel o que aprendemos, com nossas palavras, o conteúdo fixa na mente e não esquecemos tão fácil.
14	Sim, ajudou bastante a compreender as ligações químicas.
15	Sim.
16	Sim, pois simplifica o modo de entender o conteúdo.
17	Com certeza o resumo ajuda a perceber as partes que temos mais dúvidas.
18	Resumos pra mim “é” sempre a melhor opção pra conseguir fixar e lembrar da matéria, além de aprender com mais facilidade.

19	Sim.
20	Ainda não fiz resumos.
21	Sim.
22	Sim.
23	Muito, porque explica o conteúdo muito rapidamente e de maneira clara.
24	Não respondeu.
25	Não respondeu.
26	Não respondeu.
27	Sim.
28	Sim, pois um resumo tem tudo mais simplificado, assim facilita para aprender de uma maneira mais simples.

---

**Fonte:** Elaborado pela autora, 2023, [p.i.].

As respostas dos alunos evidenciam uma variedade de perspectivas em relação à análise dos resumos na compreensão do conteúdo. Destaco a prática de escrever como uma ferramenta eficaz para aprendizado, ressaltando a utilidade dos resumos na revisão do material e na economia de tempo. Alguns alunos expressam preferência por formatos específicos, como mapas mentais, enquanto outros mencionam dificuldades pessoais na leitura de textos. A percepção geral é positiva, com vários alunos enfatizando que os resumos são importantes significativamente para a fixação do conteúdo. Algumas respostas também elogiam a habilidade da professora em apresentar resumos de forma clara e eficiente. No entanto, é importante notar que alguns alunos ainda não experimentaram a prática de fazer resumos e houve omissões de resposta por parte de alguns estudantes.

As respostas dos alunos refletem a aplicação prática dos princípios da aprendizagem significativa proposta por Ausubel (ANO). A ênfase na prática de escrever resumos como uma ferramenta eficaz para o aprendizado é compatível com a ideia de que a aprendizagem é mais significativa quando os novos conhecimentos são integrados aos conceitos já existentes na estrutura cognitiva do aluno. A revisão do conteúdo e a identificação de áreas de dificuldade durante a elaboração dos resumos ressoam com a noção ausubeliana de que a ancoragem do novo conhecimento em conceitos prévios facilita a compreensão. Além disso, a preferência por formatos específicos, como mapas mentais, destaca a importância

de estratégias que permitem a organização e a hierarquização das informações, fundamentais para uma aprendizagem significativa. A experiência positiva dos alunos em fixar o conteúdo por meio dos resumos também está alinhada com o princípio de que a aprendizagem se torna mais rigorosa quando há uma assimilação do conhecimento ativo.

4. Para você, a metodologia tradicional (quadro e giz) é mais eficaz para o aprendizado do que a metodologia utilizada? Por quê?

**Tabela 9 – Pergunta 4**

<b>Alunos</b>	<b>Respostas</b>
1	Sim, acho que é mais questão de costume.
2	Sim, pra mim é mais fácil absorver o conteúdo.
3	Eu acho mais fácil, pois já estou acostumada com este método.
4	Particularmente eu gosto bastante, mas ainda prefiro vídeos e slides por me “trazer” mais foco.
5	Depende da situação, quando é a explicação de exercícios, o método tradicional é melhor.
6	Nem tanto, pois pode cair na rotina.
7	Ambas são eficazes e ambas tem lados negativos.
8	Para mim, ambos são bons e eficazes.
9	Para mim, os dois funcionam, mas quando o professor fala e escreve ao mesmo tempo, eu consigo ver e ouvir, e assim gravo melhor.
10	Não concordo, a alternância dos dois deixa a aula mais dinâmica.
11	Não, acho que ambas são eficazes e tem que se complementar juntas.
12	Acho que uma combinação dos dois métodos ajuda no aprendizado, pois serão mais formas de entender o conteúdo não ficará maçante.
13	Ambas ajudam igual.
14	Ajuda bastante quadro e giz, porém os vídeos, os resumos e

---

	os textos foram ótimos na minha aprendizagem.
15	Os dois são bem explicados e muito importante para nós alunos “aprender”.
16	Os dois são bons em pontos diferentes, o ponto apresentado na aula é muito bom seguido de exemplos no quadro. Às vezes, é bom ter imagens, vídeos de apoio pois apresenta ideias diferentes.
17	Não, quadro e giz deixa muito monótono.
18	Não, vídeos, slides e dinâmicas diferentes “ajuda” muito mais a fixar a matéria.
19	Depende, eu consegui ter aprendizagem da mesma forma, ou melhor com a metodologia utilizada.
20	Sim, mesmo só copiando, é necessário ler o que estamos aprendendo, então acabamos prestando atenção.
21	Para mim, a mais eficaz é a tradicional, pois copiar a matéria e escrevê-la no caderno é melhor para fixar o conteúdo.
22	Sim, eu prefiro, acho que aprendo melhor.
23	Eu não acho, pela praticidade e pela agilidade, o quadro e giz toma muito tempo.
24	Não diria que é mais eficaz, porém, em diversos pontos, como a memorização, é um método muito bem-vindo e não cansativo.
25	Não respondeu.
26	Não respondeu.
27	Não respondeu.
28	Acho que quando se escreve fica mais fácil para gravar algo, usando a visão olhando para o quadro escrito, e assim colocando tudo no caderno.

---

**Fonte:** Elaboração da autora, 2023, [p.i.].

As respostas dos alunos revelam uma diversidade de opiniões sobre a eficácia da metodologia tradicional, com quadro e giz, em comparação com métodos mais modernos. Muitos alunos expressaram uma preferência pela abordagem tradicional, atribuindo a eficácia ao hábito e à familiaridade com esse método. No

entanto, há quem destaca vantagens em abordagens mais contemporâneas, como vídeos, slides e dinâmicas diferentes, ressaltando a importância da variedade para evitar a monotonia. A percepção de que a combinação de diferentes métodos contribui para um aprendizado mais dinâmico e menos maçante é evidente em várias respostas. Esse debate entre métodos tradicionais e modernos resalta a importância da flexibilidade pedagógica. Em relação à sala de aula invertida, a preferência por métodos tradicionais pode indicar uma resistência à mudança, enquanto aqueles que apoiam a eficácia de abordagens mais modernas podem estar mais receptivos a formatos inovadores, como a sala de aula invertida, que enfatiza a aprendizagem ativa e a personalização do processo de ensino-aprendizagem.

5. A associação de textos, de imagens e de vídeos, em sua opinião, favoreceu a sua compreensão do conteúdo?

**Tabela 10 – Pergunta 5**

<b>ALUNOS</b>	<b>Respostas</b>
<b>1</b>	Sim.
<b>2</b>	Sim.
<b>3</b>	Foi um ótimo conjunto, cada um tem sua essência.
<b>4</b>	Muito mais, poder usar a modernidade como ferramenta de ensino é ótimo.
<b>5</b>	Sim, favoreceu.
<b>6</b>	Com certeza.
<b>7</b>	Sim.
<b>8</b>	Sim.
<b>9</b>	Sim.
<b>10</b>	Muito! As imagens complementam bastante a aula e assim facilitando o aprendizado.
<b>11</b>	Sim.
<b>12</b>	Sim.
<b>13</b>	Sim, se for fazer uma prova e tiver uma imagem semelhante, já vai lembrar da aula que foi passada.
<b>14</b>	Sim, melhor conjunto de estudos.

15	Sim.
16	Sim, porque de outro ponto de vista se torna mais compreensível o conteúdo.
17	Sim.
18	Sim, é mais fácil quando se vê imagens e você consegue visualizar o assunto.
19	Sim.
20	Claro, faz a gente ter mais ideias e não ficar só na imaginação.
21	Sim.
22	Sim.
23	Bastante.
24	Não respondeu.
25	Não respondeu.
26	Sim, por ser vários tipos de aprendizado ajuda muito a variação.
27	Sim.
28	Sim, pois um conteúdo mostrado de uma forma mais ampla, com imagens e vídeos, fica mais fácil para absorver o conteúdo.

---

**Fonte:** Elaborado pela autora, 2023, [p.i.].

As respostas dos alunos destacam de maneira consistente a eficácia da associação de textos, de imagens e de vídeos na promoção da compreensão do conteúdo. Muitos reconhecem a importância dessa abordagem multimodal, afirmando que cada elemento (texto, imagem e vídeo) contribui de maneira única para a compreensão do material. A percepção de que a modernidade como ferramenta de ensino é ótima sugere uma valorização das tecnologias educacionais. Essa avaliação pela variedade de recursos visuais, como imagens e vídeos, alinha-se com a teoria da cognição geral de Allan Paivio (ANO). De acordo com o autor, a teoria sugere que a aprendizagem é mais eficaz quando a informação é processada tanto verbal quanto visualmente, estimulando canais duplos de processamento cognitivo (verbal e não verbal). Assim, a combinação de textos (verbais) e elementos visuais, como imagens e vídeos (não verbais), pode enriquecer a compreensão do

conteúdo, ativando diferentes modalidades cognitivas e fortalecendo a retenção e a gravação.

6. O uso do simulador, para as montagens de moléculas, auxiliou de alguma forma seu aprendizado? Como?

**Tabela 11 – Pergunta 6**

<b>Alunos</b>	<b>Respostas</b>
1	Não consigo entender muito.
2	Sim, como forma de exemplificador.
3	Sim, pois ajuda a termos mais ou menos uma noção.
4	Melhorou bastante com a visualização e compreensão das ligações.
5	Sim, para tem um melhor entendimento de como são as moléculas.
6	Ótimo, ajuda a concretizar as ligações
7	Sim, para visualizar as moléculas e átomos.
8	Sim, porque imagens ajudam na compreensão.
9	Sim, eu gostei bastante da técnica, fez com que eu entendesse melhor como são as moléculas.
10	Sim, algumas simulações sobre ligações abriu mais a minha mente para entender as várias ligações, nomes e modos de se ligar.
11	Sim, de certo forma esclareceu algumas dúvidas presentes.
12	Sim, pois deu para visualizar melhor o conteúdo.
13	Sim, ajuda ter uma ideia do que acontece na natureza.
14	Sim, ajudou a entender as ligações químicas na natureza.
15	Sim, foi muito bom, eu entendi o conteúdo, ele falava sobre quantas moléculas que tinha.
16	Sim, a gente acaba tendo uma noção daquilo que ocorre na natureza, o que é super válido porque não temos tempo para aulas práticas.
17	Ajudou a visualizar melhor em outra disciplina, também foi utilizada e facilita quando o conteúdo é mais abstrato.

---

18	Sim, é mais simples e não deixa a coisa tão complicada quanto parece, e vi na matéria de física.
19	Sim, pois tive uma forma visível e prática de como é feita a montagem das moléculas.
20	Ainda não fiz, não sei como funciona.
21	Para mim não, achei meio confuso.
22	Não entendi muito com o simulador.
23	Ajudou, mas não muito, pois não consegui compreender com clareza.
24	Não respondeu.
25	Não respondeu.
26	Não respondeu.
27	Não respondeu.
28	Sim, é bom para o aprendizado.

---

**Fonte:** Elaborado pela autora, 2023, [p.i.].

As respostas dos alunos revelam uma divisão nas percepções em relação ao uso do simulador para montagens de moléculas como ferramenta de aprendizado. A maioria dos alunos destaca benefícios positivos, como a melhoria na visualização e na compreensão das ligações químicas, bem como a facilitação na assimilação de conceitos abstratos. Essas respostas evidenciam a eficácia do simulador como um recurso visual que complementa o aprendizado teórico, promovendo uma compreensão mais concreta e tangível. No entanto, alguns alunos expressaram dificuldades em utilizar o simulador, encontrando confusão ou falta de clareza na compreensão do conteúdo. Essas divergências podem ser interpretadas à luz da teoria de cognição geral de Allan Paivio (2009), que sugere que o processamento cognitivo é mais eficaz quando envolve tanto canais verbais quanto visuais. Aqueles que se beneficiarem do simulador podem ter experimentado uma facilitação cognitiva ao integrar a informação visual com os conceitos teóricos, enquanto aqueles que enfrentam dificuldades podem ter enfrentado desafios na integração dessas modalidades. Isso destaca a importância da flexibilidade de métodos de ensino para atender às diversas preferências e estilos de aprendizagem dos alunos.

Com base nas respostas obtidas pelos alunos, fizemos a categorização dos na tabela a seguir:

**Tabela 12** - Análise da concordância dos estudantes com a metodologia

QUESTÃO	ALUNOS QUE RESPONDERAM	CONCORDA	CONCORDA PARCIALMENTE	DISCORDA
1	26	25	1	0
2	25	21	3	1
3	25	22	1	2
4	25	7	14	4
5	26	26	0	0
6	25	20	1	4

**Fonte:** Elaborado pela autora, 2023, [p.i.].

Os estudantes responderam de maneira veraz ao questionário sobre a avaliação do método, compartilhando suas experiências, facilidades e desafios não apenas durante a coleta de dados, mas também ao longo das aulas e das atividades propostas. Conforme salientado por Pereira e Silva (2018), observa-se uma inversão no processo educacional, destacando-se uma reestruturação nos momentos de aprendizagem. A teoria e a prática são harmonizadas com equilíbrio e o tempo na sala de aula é utilizado de maneira tangível, promovendo uma abordagem mais eficaz para o desenvolvimento do conhecimento.

Foi possível perceber que o processo de inversão foi facilitador para os alunos, porém, houve a necessidade de adaptação dessa inversão, em virtude da não realização da tarefa proposta via *Classroom* previamente, e sim, em sala durante a aula. Conforme já citado anteriormente, os autores Bergman e Sams (2016) trazem a SAI como passível de modificação e replicável ao contexto necessário, portanto, o não desenvolvimento das atividades em casa deve ser previsto e calculado pelo professor, atentando-se ao tempo que será gasto em sala para o desenvolvimento de tal atividade.

Ainda é possível perceber que foi bem-quisto pelos estudantes a utilização de mais de um tipo de informação a respeito do conteúdo. De modo geral, o compilado de textos, a produção de resumo, os vídeos, as imagens e o simulador atuaram como facilitador para a maior parte da turma. Frederico e Gianotto (2016) analisam a teoria de Paivio e a partir dela ressaltam que as imagens contribuem de forma significativa para a aprendizagem. Sadoski e Paivio (2009) discorrem sobre o processamento das informações no cérebro humano as quais ocorrerem de forma concomitante, havendo uma associação entre verbal e não verbal. Os autores

relatam que essa teoria da cognição geral compreende que as representações mentais retêm informações e trabalham elas de modo que aguça e inclua no processo outros meios sensoriais, enfatizando a importância do trabalho colaborativo entre os receptores de informações do cérebro humano.

Frederico e Gianotto (2016) apontam que o conhecimento é, em sua essência, advindo das percepções de eventos específicos, transmitidos verbal ou não verbalmente. Há uma manifestação de forma episódica nas memórias, o que se relaciona com experiências específicas e as memórias processuais, sendo elas ligadas intimamente aos conhecimentos práticos. Pode-se ter a sensação de conhecimento em algumas palavras, devido às experiências previamente vivenciadas. Os autores salientam que o conhecimento é dinâmico, que ele se adquire através das experiências vivenciadas. Quando nos deparamos com um conceito ou palavra, nossa memória evoca episódios passados relacionados a ele, contribuindo para a construção de uma estrutura organizacional do conhecimento cada vez mais diferenciada e rica em experiências.

Este trabalho trazia como objetivo averiguar se o uso do arranjo didático, juntamente com a aplicação da teoria de cognição geral, é capaz de promover aprendizagem significativa. Moreira (2003) traz em sua pesquisa uma descrição a respeito da aprendizagem significativa, através da visão de David Ausubel. O autor relata que é muito comum se tratar de aprendizagem significativa como objetivo central das metodologias ativas, porém, de forma geral, está havendo promoção de aprendizagem mecânica e superficial.

Como a utilização de metodologias ativas tem o intuito da promoção da aprendizagem significativa, é necessário compreender do que ela se trata e, assim, será possível analisar se tal estratégia é de fato eficaz. Moreira (2003) diz que:

Aprendizagem significativa é aquela em que ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não-arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe. Substantiva quer dizer não-literal, não ao pé-da-letra, e não-arbitrária significa que a interação não é com qualquer ideia prévia, mas sim com algum conhecimento especificamente relevante já existente na estrutura cognitiva do sujeito que aprende (MOREIRA, 2003, p. 02).

A estratégia utilizada fez com que os alunos iniciassem o processo refletindo sobre o conteúdo sozinhos, o que, por sua vez, traz à tona os conhecimentos

prévios deles, pela necessidade da leitura, de interpretação e de produção do resumo. Dentro dessa primeira análise, pode-se perceber que a estratégia, de fato, caminha para promoção de aprendizagem significativa. A eficácia em relação a aprendizagem se dá em virtude da correlação entre os conceitos novos e os pré-existentes, sendo os subsunçores os conceitos ou as ideias que já existiam na mente do estudante (MOREIRA, 2003).

O autor ainda ressalta que é necessária uma reorganização a respeito do conteúdo. Assim, a estratégia, que foi elaborada dentro do *classroom*, era dispor aos alunos o acesso ao material referente a aula, ao passo a passo que deveriam seguir para construção de seus resumos. Ressalta-se, ainda, que para a construção do resumo havia perguntas norteadoras para que o estudante soubesse por qual caminho percorrer.

A utilização da DTC, a fim de ativar de forma simultânea os canais receptores de *imagens* e *logogens*, sabendo que as imagens são superiores as palavras quando se trata de significado, trouxe riqueza ao despertarem riqueza ao conteúdo da pesquisa, pois os próprios estudantes comentaram que a utilização das imagens foi promissora no processo. É visto, então, que tal estratégia não pode ser considerada como promotora de aprendizagem mecânica, assim como descrito por Moreira (2003), que é vista apenas como a reprodução, ou seja, não há produção de novos conhecimentos, nem mesmo aplicação e utilização fora do contexto de aprendizagem.

E, assim, conforme já repetimos, desde o início deste trabalho, é necessário que o estudante seja o centro do processo de ensino. Para Moreira (2003), a aprendizagem deve ocorrer de forma que os estudantes sejam o centro do processo de ensino e que se envolvam efetivamente na construção de seus conhecimentos. E foi o que observamos durante toda a estratégia dessa coleta de dados. Os estudantes foram incitados a pensar, a pesquisar, a produzir e a desenvolver estratégias para promover seu próprio conhecimento.

Dessa forma, ao considerar os pressupostos teóricos acerca da Aprendizagem Significativa, da Teoria da Cognição Geral e da implementação do arranjo didático na sala de aula invertida, aliados às análises das respostas dos estudantes aos questionários avaliativos, as evidências sinalizam que a aplicação desse arranjo, em conjunto com a Teoria da Cognição Geral, promoveu

aprendizagem significativa. Esse resultado, portanto, aponta para os objetivos propostos neste trabalho de uma forma satisfatória.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve por objetivo o desenvolvimento de uma ação didática que possibilitasse a utilização das metodologias ativas nos processos de ensino e de aprendizagem e, por extensão, uma proposta de análise a respeito do arranjo didático *flipped classroom* para coletar dados, sobre se ele é eficaz na promoção de aprendizagem significativa, juntamente com a utilização de imagens, de textos, de vídeos e de simuladores, com base nos pressupostos da Teoria da Cognição Geral, de Paivio.

Assim, conforme descrito nos objetivos, foi aplicada uma ação didática envolvendo processos colaborativos utilizando textos, vídeos e construção de resumos, em que os estudantes tiveram contato prévio com o conteúdo sobre *Ligações Químicas*.

Verifica-se que a ação didática ocorreu de forma adaptada, pois os estudantes não fizeram as atividades propostas como “tarefa de casa”. Inúmeras são as justificativas para tal situação, dentre elas: esquecimento, falta de tempo, trabalho, entre outras. Porém, os estudantes realizaram prontamente a leitura e análise dos textos para construção de um resumo, o construíram e, por conseguinte, foi seguido o curso planejado para a aula.

Quando se trata da análise do arranjo didático, inúmeros autores trazem a SAI como flexível e adaptável aos contextos. Valerio e Moreira (2018) dizem que a SAI além de ser modificável pode atender inúmeras disciplinas a seu modo, pois tem caráter disruptivo e a seu modo atende as necessidades existentes em sala de aula. Porém, conforme já descrito, houve a necessidade de adaptação dela para atender os estudantes dentro desse contexto.

Esta investigação se baseou numa proposta mais ampla, com a utilização de vídeos, textos e produção de resumos para desenvolver conhecimentos e para discuti-los em sala de aula. Todos os alunos presentes foram participativos e interessados nos processos ao longo da abordagem didática. Em virtude da não interferência no decorrer da aula (apenas para sanar dúvidas e atividades parecidas), os estudantes se sentiram mais livres e participaram ativamente da condução, da discussão e da produção. Assim como analisaram e responderam de forma comprometida ao questionário.

Foi possível, durante o processo de investigação, observar o comportamento dos estudantes. Eles, no geral, participaram ativamente do processo, de modo interessado e atento.

A utilização da simulação *Build a Molecule* do repositório *PethColorado*, que traz simulações voltadas ao ensino de vários conteúdos, em diversas disciplinas, foi muito bem aceita pelos estudantes. Como já tratado na introdução deste trabalho, não existem turmas homogêneas e inúmeras são as formas de aprendizados dos estudantes, assim como é necessário levar em consideração várias demandas, como o cansaço, a falta de conhecimento prévio e as dificuldades particulares com a disciplina. Assim, houve também o contraponto de alguns dos estudantes caracterizarem o simulador como confuso.

Na pesquisa de Frederico e Gianotto (2016), vimos que o processamento cognitivo ocorre de forma cooperativa entre esses sistemas independentes (imagens e sons). Utilizar a tecnologia atrelada ao ensino foi vista como um facilitador no processo, tanto como gerador da aprendizagem significativa, quanto de acesso aos estudantes de uma maneira leve e satisfatória.

Usar de forma colaborativa a tecnologia e a aprendizagem, fazem-se satisfatórios em diversos contextos. Portanto, no contexto analisado, ela foi contribuinte para a aprendizagem. É necessário, dessa forma, que haja atenção e parcimônia na elaboração do planejamento e, durante este processo de ensino, se for preciso, reavaliar o método e adaptá-lo ao contexto de forma que atenda os estudantes, pois o processo tem como intuito ensiná-los, sendo assim, reformulações devem ser feitas para que eles aprendam e se sintam satisfeitos com tais metodologias.

## REFERÊNCIAS

- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos**: uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2003.
- AUSUBEL, D. P. **The Psychology of Meaningful Verbal Learning**. New York: Grune & Stratton, 1963.
- BACICH, L.; TANZI NETO, A.; TREVISANI, F. de M. Ensino híbrido: uma inovação disruptiva? Uma introdução à substituição por computador. **Revista Brasileira de Educação**, v. 20, n. 61, 2015.
- BERGMANN, J.; SAMS, A. **Sala de aula invertida**. Rio de Janeiro- RJ: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora LTDA, 2016.
- BLOOM, B. S.; HASTINGS, J. T.; MADAUS, G. F. **Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning**. New York: McGraw-Hill, 1971.
- CARVALHO AMORIM, A. A. Multimédia: um conceito em evolução. **Revista Portuguesa de Educação**, Braga, v. 15, n. 1, 2002. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=37415112>> . Acesso em: [09/11/2023].
- FERRAZ, A. P. C. M.; BELHOT, R. V. Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 17, n. 2, 2010.
- FREDERICO, F. T., GIANOTTO, D. E. P. Imagens e o Ensino de Física: implicações da Teoria da Dupla Codificação. **Revista Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)** [online]. v. 18, n. 3, 2016.
- FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 71ª ed. Rio de Janeiro: Paz e terra, 2019.
- FREIRE, L. G. L. **Autorregulação da aprendizagem**: uma revisão da literatura. **Revista Brasileira de Orientação Profissional**, v. 14, n. 2, 2013.
- FREITAS, J. G. de; et al. A taxonomia de bloom revisada na criação de um módulo de práticas formativas de avaliação. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 24, n. 1, 2016.
- GANDA, D. R.; BORUCHOVITCH, E. Aprendizagem autorregulada: concepções teóricas e desafios para práticas pedagógicas. **Psicologia Escolar e Educacional**, v. 21, n. 3, 2017.
- GUSKIN, A. Reducing Student Costs and Enhancing Student Learning. Part II: Restructuring the Role of Faculty. **Change: The Magazine of Higher Learning**, v. 26, n. 5, 1994.
- INQUISIÇÃO, H. ; BRUNO, G. O julgamento de Giordano Bruno. Plataforma de publicação independente, **Create Space**, 2016.
- MOREIRA, M. A. O que é afinal aprendizagem significativa? (After all, what is meaningful learning?). **Aula Inaugural do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais**, Instituto de Física, Universidade Federal do Mato

Grosso, Cuiabá, MT, 23 de abril de 2010. Aceito para publicação em Curriculum, La Laguna, Espanha, 2012.

PAIVIO, A. **Imagery and Verbal Processes**. New York: Holt, Rinehart, and Winston, 1971.

PAIVIO, A. A Teoria da Codificação Dual. A mente é maravilhosa. **Revista de opinião e entretenimento, sobre temas relacionados a psicologia, filosofia e arte**, 2009.

PEREIRA, Z. T. G.; SILVA, D. Q. Metodologia Ativa: Sala de Aula Invertida e suas Práticas na Educação Básica. **Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio em Educacion**, v. 4, n.16, 2018.

PhET Interactive Simulations. **PhET**: Simulações interativas gratuitas de física, química, biologia, ciências da terra e matemática. Universidade do Colorado Boulder, 2023.

PSICOLOGIA, FILOSOFIA E PENSAMENTO SOBRE A VIDA. **A teoria da dupla codificação de Allan Paivio**, Psicologia. s.d.

RUIZ, M. R.; LUCIANO, C. Analogias, metáforas e cognições: comentários a partir do artigo de Ruiz e Luciano. **Acta Comportamentalia**, Guadalajara, v. 20, n. 4, 2012.

SADOSKI, M.; PAIVIO, A. **Imagery and Text: A Dual Coding Theory of Reading and Writing**. 2. ed. New York: Routledge, 2012.

SCIELO - Brasil. Contributos da aprendizagem significativa de David Ausubel para o desenvolvimento da Competência em Informação. **Perspect. ciênc.**, v. 2, n. 27, 2022.

SILVA, E. L. da. Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais. **Gest. Prod.**, São Carlos, v. 15, n. 2, 2008.

SILVA, M. A dialética socrática e a relação ensino-aprendizagem. **Ciências & Cognição**, v. 14, n. 3, 2009. Disponível em: < <http://www.cienciasecognicao.org>.> Acesso em: 10 nov. 2023.

VALERIO, M.; MOREIRA, A. L. O. R. Sete críticas à sala de aula invertida. **Revista Contexto & Educação**, n. 106, 2018.

YATES, F. A. **A Arte da Memória**. Imprensa da Universidade de Chicago, 1966.