

# APRENDIZAGEM COOPERATIVA: MÉTODO JIGSAW ADAPTADO PARA O ENSINO TÉCNICO

## COOPERATIVE LEARNING: JIGSAW METHOD ADAPTED FOR TECHNICAL EDUCATION

Monique de Souza Rosa 

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

✉ [moniquerosa10@gmail.com](mailto:moniquerosa10@gmail.com)

Maurícus Selvero Pazinato 

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

✉ [mauricius.pazinato@ufrgs.br](mailto:mauricius.pazinato@ufrgs.br)

**RESUMO:** A aprendizagem cooperativa é uma abordagem que utiliza o trabalho em grupo para atingir metas comuns. Considerando as necessidades de desenvolver além das habilidades técnicas, foi desenvolvida e aplicada a estratégia didática intitulada "quebra-cabeça integrado", inspirada no método Jigsaw. O tema abordado foi o processo produtivo integrado de dióxido de cloro, no contexto da disciplina de Produção de Químicos do curso técnico em celulose e papel, envolvendo 18 alunos. O objetivo principal foi analisar tanto a compreensão dos estudantes sobre o conteúdo quanto suas percepções acerca da metodologia utilizada. A avaliação baseou-se em registros no diário de bordo e em um questionário no formato *Likert* com 15 afirmações e uma pergunta discursiva. Os participantes destacaram a importância da atividade, especialmente pela possibilidade de aprender o conteúdo por meio da interação com os colegas, ressaltando a necessidade de compreender bem o assunto para poder ensiná-lo, demonstrando o desenvolvimento da interdependência positiva, base da aprendizagem cooperativa. Por intermédio das observações durante a atividade destaca-se o desenvolvimento de habilidades como comunicação efetiva e gerenciamento de conflitos, entre outras, fundamentais para um futuro profissional ingressar no mercado de trabalho. As implicações para o ensino técnico incluem a necessidade de integrar metodologias ativas que incentivem essas competências, garantindo que os currículos não se limitem ao conhecimento teórico, mas também desenvolvam as habilidades socioemocionais e práticas exigidas pelo mercado de trabalho.

**PALAVRAS-CHAVE:** Aprendizagem Cooperativa. Ensino Técnico. Método Jigsaw.

**ABSTRACT:** Cooperative learning is an approach that uses group work to achieve common goals. Considering the need to develop beyond technical skills, the teaching strategy called "integrated puzzle" was developed and applied, inspired by the Jigsaw method. The topic addressed was the integrated production process of chlorine dioxide, in the context of the Chemical Production discipline of the technical course in pulp and paper, involving 18 students. The main objective was to analyze both the students' understanding of the content and their perceptions about the methodology used. The evaluation was based on logbook entries and a Likert-style questionnaire with 15 statements and one discursive question. The participants highlighted the importance of the activity, especially because of the possibility of learning the content through interaction with colleagues, emphasizing the need to understand the subject well to be able to teach it, demonstrating the development of positive interdependence, the basis of cooperative learning. Through the observations made during the activity, the development of skills such as effective communication and conflict management, among others, can be highlighted as fundamental for future professionals entering the labor market. The implications for technical education include the need to integrate active methodologies that foster these competencies, ensuring that curricula are not limited to theoretical knowledge but also promote the socio-emotional and practical skills required by the job market.

**KEY WORDS:** Cooperative Learning. Technical Education. Jigsaw Method.

## Introdução

O uso de recursos didáticos variados, como livros, artigos científicos, vídeos, softwares educacionais, experimentos práticos, jogos pedagógicos e materiais digitais interativos, aliado a metodologias de ensino ativas, tais como a aprendizagem cooperativa (Johnson, Johnson, & Holubec, 1999), a sala de aula invertida, a aprendizagem baseada em projetos (Bacich & Moran, 2018), e estratégias indutivas como PBL (*Problem Based Learning*) e estudos de caso (Prince & Felder, 2007; Savery, 2006), são fundamentais para o desenvolvimento de habilidades interpessoais — comunicação, liderança, trabalho em equipe — e cognitivas — pensamento crítico, resolução de problemas, tomada de decisão. Esses recursos e metodologias de ensino, ao integrarem prática e reflexão, contribuem diretamente para o crescimento pessoal e profissional dos estudantes.

No contexto do ensino técnico, comumente, as aulas seguem um modelo tradicional de ensino, centrado na transmissão de conhecimentos teóricos e na memorização de conteúdos que medem apenas a compreensão do conteúdo técnico, negligenciando o desenvolvimento de habilidades mais amplas (Freire, 1970; Espíndola & Pereira, 2021). Como resultado, os estudantes podem adquirir conhecimentos específicos, mas muitas vezes não têm a oportunidade de desenvolver competências essenciais para atuar de forma mais completa e adaptável no mercado de trabalho atual, que exige profissionais com habilidades variadas além do conhecimento técnico (Drucker, 2004).

Usar metodologias ativas no ensino técnico é fundamental porque elas promovem uma aula mais envolvente, prática e significativa, incentivando a participação, estimulando o pensamento crítico, a resolução de problemas e a aplicação real do conhecimento, o que é essencial para quem está se preparando para o mercado de trabalho (MIRANDA, 2024). Desenvolver atividades que possibilitam a prática e o aprimoramento de competências por meio da troca de experiências e diferentes perspectivas, são essenciais para preparar os estudantes para o mercado de trabalho (Johnson & Johnson, 2019).

Nesse sentido, as atividades cooperativas, como o método Jigsaw, que envolvem a interação entre indivíduos com o objetivo de alcançar uma meta comum, destacam-se como estratégias eficazes para promover o desenvolvimento de tais habilidades tornando o processo de aprendizagem mais dinâmico e alinhado às demandas do setor produtivo (Slavin, 2015). Dessa forma, os estudantes não apenas assimilam informações, mas também aprendem a utilizá-las de forma prática, aumentando sua motivação e melhorando seu desempenho.

A aprendizagem cooperativa requer o trabalho em grupo de forma organizada, na qual os participantes buscam atingir um objetivo pedagógico comum (Vidal et al., 2023). Aprender com outras pessoas oferece uma oportunidade valiosa de ampliar conhecimentos por meio do compartilhamento de ideias e experiências em ambientes que promovem a inclusão, o dinamismo e a harmonia (Johnson & Johnson, 2014). Além disso, ela incentiva o protagonismo dos estudantes, estimulando a autonomia e a responsabilidade pelo próprio aprendizado, o que é fundamental para a formação de profissionais mais preparados e adaptáveis às mudanças do mundo atual.

Nesse contexto, este trabalho apresenta o relato de uma experiência realizada em uma turma da disciplina produção de químicos do curso técnico em celulose e papel, ao aplicar uma estratégia didática chamada Jigsaw, adaptada à temática escolhida. O objetivo é verificar a compreensão dos estudantes sobre os conteúdos abordados e suas percepções acerca da metodologia de ensino utilizada, contribuindo para as discussões sobre a importância das atividades cooperativas na formação técnica.

## A Aprendizagem Cooperativa

As relações interpessoais desempenham papel crucial na edificação de uma sociedade mais harmoniosa e produtiva. Ao valorizar o espírito cooperativo, promove-se uma abordagem que privilegia o respeito mútuo e a troca de experiências entre os indivíduos e reconhecendo as diferentes perspectivas, cria-se um ambiente mais inclusivo e acolhedor. De modo geral, a atuação cooperativa favorece o alcance de objetivos comuns e a superação de desafios, uma vez que ideias distintas se complementam, resultando em soluções mais eficazes (Johnson, Johnson, & Holubec, 1999).

A aprendizagem cooperativa (AC) foi experimentada inicialmente por David W. Johnson e Roger T. Johnson, na década de 1970, quando os irmãos começaram a explorar métodos educacionais que promovessem a colaboração entre estudantes. Inspirados por teorias psicológicas e educacionais, eles desenvolveram um modelo que enfatizava a interação positiva, o apoio mútuo e o trabalho em equipe como meios de melhorar o aprendizado e promover habilidades sociais. Diferentemente do ensino meramente expositivo, no qual o professor centraliza a transmissão de conteúdos e os alunos aprendem de forma individualizada (Libâneo, 1994), na aprendizagem cooperativa cada estudante assume responsabilidade tanto pelo seu aprendizado quanto pelo de seus colegas, compartilhando conhecimentos e buscando soluções conjuntas para problemas. Em contraste com outras metodologias ativas, como a aprendizagem baseada em problemas (PBL), que frequentemente privilegia a autonomia individual na resolução de desafios (Savery, 2006), a AC destaca-se por estruturar a interdependência positiva entre os membros do grupo (Johnson & Johnson, 1999; Johnson & Johnson, 2006). Desde então, Johnson e Johnson continuam a aprimorar e divulgar essa abordagem, consolidando-a como uma das principais vertentes para promover uma educação mais inclusiva e colaborativa.

Outros autores estudaram a AC nos anos que se seguiram, como Robert E. Slavin em 1980, que defende a aplicação de métodos cooperativos estruturados e enfatiza a implementação de grupos heterogêneos e estratégias de recompensa para promover o engajamento e o sucesso coletivo (Leão, 2019). Também se destaca David W. Kagan, na década de 90, conhecido por seu trabalho na elaboração de técnicas práticas que facilitam a implementação do ensino cooperativo, tornando-o acessível e eficiente para professores (Kagan, 2003).

A AC é uma abordagem educacional que promove a interação e o trabalho em grupo entre os estudantes, com o objetivo de alcançar metas comuns, desenvolver habilidades sociais, aumentar a motivação e melhorar o desempenho acadêmico. A AC é fundamentada na interdependência positiva, responsabilidade individual e coletiva, além de valorizar a colaboração como meio de promover autonomia, respeito mútuo e um ambiente de aprendizagem mais justo e inclusivo (Johnson & Johnson, 1999; Johnson & Johnson, 2006; Slavin, 2002; Kagan, 2003). Para um bom desenvolvimento deste tipo de abordagem, os principais estudiosos, David Johnson, Roger Johnson, Robert Slavin e David Kagan indicam, dentro das suas perspectivas, alguns princípios ou elementos a serem seguidos de forma a garantir que um trabalho em grupo seja de fato cooperativo (Leão, 2019). O Quadro 1, apresenta um compilado dos elementos indicados por três principais autores.

**Quadro 1:** Resumo dos autores e seus respectivos elementos frente a abordagem AC.

AUTOR	Johnson e Johnson (1999, 2006)	Slavin (2002)	Kagan (2003)
Elementos	Interdependência positiva	Objetivos comuns para os grupos	Interdependência positiva

	Responsabilidade individual e de grupo	Responsabilidade individual	Responsabilidade individual
	Interação social	Igualdade de possibilidades de êxito	Participação igualitária
	Habilidades sociais	Especialização na tarefa	Interação simultânea
	Processamento de grupo	Adaptação às necessidades individuais	-

**Fonte:** Adaptado de Leão (2019).

Os cinco elementos de Johnson e Johnson (1999), destacam-se entre os mais comumente aplicados, além disso, englobam os princípios propostos pelos demais autores. Assim, serão abordados individualmente, de forma a esclarecer como cada um desses elementos está inserido dentro da abordagem AC e no contexto do presente trabalho.

### **Independência Positiva**

A interdependência positiva baseia-se na relação de dependência recíproca entre os estudantes, na qual os participantes cooperam para atingir um objetivo comum. Essa dependência é promovida por meio de estratégias específicas que envolvem a divisão de tarefas com papéis diferenciados, a concessão de recompensas, o estabelecimento de metas compartilhadas para todo o grupo e a produção de único resultado (Marreiros, 2001, como citado em Firmino, 2011, p. 9). Além disso, Johnson et al. (1999, p. 9, tradução nossa) reiteram que “[...] os membros de um grupo devem ter claro que os esforços de cada integrante beneficiam não apenas a eles mesmos, mas também aos outros membros, criando um compromisso com o sucesso das outras pessoas”.

Pujolás (2001, como citado em Firmino, 2011, p. 9) e Leão (2019) convergem com os pressupostos de Johnson e Johnson (1999) ao estabelecerem três passos para estruturação da interdependência positiva: definir a tarefa do grupo de forma esclarecedora; definir a interdependência de objetivos, ou seja, os estudantes somente atingirão seus objetivos se os demais membros do grupo atingirem os seus; e aplicar diferentes tipos de interdependência, como a de tarefas, de recursos, de papéis, de recompensa e de identidade.

Cada tipo de interdependência será desenvolvido aplicando uma estratégia diferente, pois trata-se de objetivos diferentes. Na interdependência positiva de recursos, é disponibilizado apenas uma parte dos recursos (informações, materiais) para cada estudante e para cumprir o objetivo principal devem compartilhar seus recursos com os demais colegas (Leão, 2019). Já a interdependência positiva de papéis consiste em dividir papéis diferentes para cada membro do grupo, de forma que se torna sua responsabilidade cumprir com seu papel para bom andamento do objetivo principal (Firmino, 2011). No caso da interdependência de tarefas, os estudantes devem organizar-se para cumprir uma tarefa (ex. solucionar um problema), para isso, o tema pode ser subdividido e cada membro se responsabiliza por uma subtarefa (Johnson & Johnson, 2006). Para Johnson e Johnson (1999), a interdependência de recompensa é aplicada quando todos os membros recebem uma nota ou prêmio baseados no desempenho do grupo e a interdependência de identidade ocorre quando o grupo cria um nome ou símbolo que fortalece seu senso de pertencimento e união.

Por exemplo, em uma atividade em que o grupo deve pesquisar e apresentar um seminário sobre energias renováveis, o professor estabelece uma interdependência de tarefas e de papéis, com cada estudante responsável por uma seção específica (um pesquisará a energia solar, outro a eólica e o terceiro a hídrica). Nesse caso, a falta de contribuição do estudante responsável pela pesquisa sobre energia solar compromete o desempenho do grupo inteiro na apresentação, pois a nota final é baseada na qualidade do trabalho como um todo (interdependência por recompensa, como receber uma boa nota). O sucesso de cada indivíduo dependerá diretamente do esforço e da contribuição de todos os membros, reforçando a responsabilidade individual e coletiva.

### **Responsabilidade Individual e de Grupo**

A responsabilidade tanto individual quanto coletiva é o elemento no qual faz-se valer um dos princípios da AC. O sucesso do grupo depende do comprometimento no alcance das metas ou objetivos e cada indivíduo possui a responsabilidade sob determinada tarefa (Leão, 2019). O propósito dos grupos de AC é promover o fortalecimento de cada membro individualmente, ou seja, os alunos aprendem em conjunto para melhorar seu desempenho como indivíduos. Para atingir esse objetivo, é fundamental que haja avaliação individual e os resultados sejam compartilhados com o grupo, identificando quem necessita de mais suporte, incentivo ou assistência para completar a tarefa, isso implica em uma responsabilidade individual (Johnson et al., 1999).

Para fomentar a responsabilidade individual e grupal, Johnson e Johnson (1999) apresentam algumas sugestões como trabalhar em pequenos grupos, realizar testes individuais e orais, avaliar a participação de cada membro do grupo, solicitar aos estudantes que ensinem uns aos outros. A combinação dessas sugestões implica em uma maior responsabilidade individual e grupal, o que conseqüentemente fortalece a interdependência positiva entre os membros do grupo uma vez que cria uma responsabilidade pelo resultado positivo (Leão, 2019). Assim, para Firmino (2011, p. 11), “[...] o compromisso individual na aprendizagem é a chave para assegurar que todos os membros saiam fortalecidos, de tal forma que sejam capazes de realizar sozinhos tarefas como as realizadas em grupo, tanto a nível cognitivo como atitudinal”.

### **Interação Social**

A proposta deste elemento consiste em incentivar a interação, preferencialmente presencial. Os estudantes devem apoiar-se compartilhando recursos disponíveis e oferecendo ajuda, apoio, incentivo e reconhecimento pelo esforço de todos no processo de aprendizagem. Quando o estudante recebe apoio dos colegas tende a enfrentar as dificuldades com mais facilidade e torna-se mais aberto a retribuir o gesto, seja no âmbito acadêmico ou psicológico (Johnson & Johnson, 1999). De fato, os grupos de estudo funcionam como uma rede de apoio individual e coletiva. Algumas atividades cognitivas e habilidades interpessoais essenciais só podem ser desenvolvidas quando cada estudante promove a aprendizagem dos colegas, explicando verbalmente como resolver problemas, analisando os conceitos aprendidos, ensinando o que sabe aos seus pares e relacionando o conhecimento atual com experiências passadas (Johnson et al., 1998). Dessa forma, esse elemento estrutura-se dentro da AC uma vez que é a interação entre os estudantes que permitirá a construção de conhecimento intelectual garantindo que “[...] eles troquem ideias, formulem hipóteses, detectem erros e encontrem os caminhos possíveis” (Leão, p. 65, 2019). Apesar de seus benefícios, a AC enfrenta barreiras que podem comprometer sua efetividade. Um desafio recorrente é a desigualdade de participação, em que alguns estudantes dominam as discussões enquanto outros permanecem passivos, seja por timidez, falta de confiança e/ou

desinteresse, prejudicando a interdependência positiva do grupo (Slavin, 2015). Além disso, surgem frequentemente conflitos interpessoais, decorrentes de diferenças de personalidade, estilos de aprendizagem e opiniões, que podem dificultar a colaboração se não forem mediados de forma adequada (Johnson & Johnson, 1999). Diante dessas barreiras, torna-se imprescindível que o professor atue como mediador, proporcionando situações que desenvolvam habilidades sociais e de colaboração, além de intervir em situações de conflito, para que a aprendizagem cooperativa se realize de forma efetiva.

### Habilidades Sociais

O quarto elemento aborda uma temática mais complexa, pois envolve o desenvolvimento de habilidades interpessoais e de trabalho em grupo. A AC é uma abordagem que exige que os estudantes dominem não apenas as disciplinas acadêmicas (realização de tarefas), mas também competências interpessoais, como liderança, tomada de decisões, comunicação adequada, construção de confiança e gestão de conflitos (Johnson, Johnson, & Holubec, 1999). Para Johnson et al. (p. 9, 1999), “[...] os integrantes do grupo precisam saber liderar, tomar decisões, construir confiança, comunicar-se adequadamente e gerenciar conflitos, além de estarem motivados para isso”. Essas práticas de trabalho em equipe devem ser ensinadas pelo professor com tamanha dedicação que se iguale ou supere a abordagem de conteúdo curricular.

O sucesso da AC está diretamente relacionado com as habilidades sociais. Estudos mostram que a ausência de tais competências pode comprometer a aprendizagem coletiva, reduzindo a participação equitativa e ampliando a ocorrência de conflitos improdutivos (Cohen & Lotan, 2017). Por outro lado, experiências práticas e atividades estruturadas, como jogos cooperativos, têm se mostrado eficazes para promover o crescimento pessoal e melhorar o desempenho acadêmico dos participantes (Pujolàs, 2001, como citado em Firmino, 2011). Assim, quanto mais habilidades sociais são cultivadas entre os estudantes, mais proveitosa e transformadora será a experiência em ambientes cooperativos de aprendizagem.

### Processamento de Grupo

O último elemento refere-se à avaliação em equipe. Representa uma análise qualitativa sobre os progressos individuais e coletivos avaliando se os objetivos foram atingidos e as relações cooperativas desenvolvidas. Os membros dos grupos devem apontar quais atitudes e ações são benéficas ou prejudiciais, além de decidir quais comportamentos devem ser preservados ou ajustados (Johnson et al., 1999). Além disso, sugere-se que a avaliação ocorra de forma frequente e contínua proporcionando uniformidade no processo de *feedback* sobre desempenho de todos os membros.

Na concepção de Johnson e Johnson (1999), são necessários cinco passos para realizar o processamento de grupo: o professor precisa observar a interação dos grupos e dar um retorno construtivo; é importante que o professor reserve um momento para que os próprios grupos avaliem seu desempenho, incentivando a busca por melhorias; cada grupo deve analisar seus resultados e definir objetivos para avançar e se desenvolver; cabe ao professor conduzir uma reflexão geral com a turma, expondo também suas percepções sobre o trabalho dos grupos; tanto os grupos quanto a turma inteira devem comemorar suas conquistas, pois sentir-se valorizado, reconhecido e bem-sucedido fortalece o compromisso com a aprendizagem (Leão, 2019). Os cinco passos citados exploram um aprimoramento contínuo no processo de aprendizagem, e na medida que estes se estruturam maior será o nível de eficácia da AC.

Na Figura 1, estão representados os cinco elementos propostos pelos autores Johnson e Johnson para uma eficiente abordagem AC.



**Figura 1:** Síntese dos cinco elementos propostos por Johnson e Johnson.



Fonte: Adaptado de Johnson et al. (1999).

Os cinco elementos discutidos anteriormente fornecem a estrutura necessária para se construir uma abordagem cooperativa, mas para o desenvolvimento da AC, diferentes métodos são encontrados na literatura, como Instrução Complexa, o TGT ou *Teams-Games-Tournament* (Torneio de Jogos em Equipe) e o STAD ou *Student Teams Achievement Division* (Grupos de trabalho para o Sucesso), o GI ou *Group Investigation* (Investigação em Grupos) e também o Jigsaw (Quebra-Cabeça) (Sá, 2015; Santos et al., 2020). A escolha por determinado método está relacionada com as características específicas deste, com os objetivos de aprendizagem e pelo conteúdo que será aplicado.

No ensino de Química, métodos como Jigsaw tem o potencial de colaborar com o processo de ensino e aprendizagem, como relatado no trabalho de Eilks (2005), que investigou a opinião dos estudantes sobre a aprendizagem utilizando um quebra-cabeça adaptado bem como o potencial dessa atividade tornar as aulas de Química mais atraentes, auxiliando no desenvolvimento pessoal e cognitivo. Fatareli et al. (2010), Silva et al. (2020) e Santos et al. (2020) desenvolveram estratégias baseadas no Jigsaw para abordar diferentes conteúdos de Química, demonstrando a versatilidade de aplicação do método.

No contexto do ensino técnico, alguns trabalhos recentes têm adotado o método Jigsaw como estratégia de ensino, como relatado por Inocêncio e Midões (2021), em que foi abordada a temática modelos atômicos nas aulas do curso técnico em Química. Já, Santos e Grünfeld (2021) descrevem a aplicação do método, em uma aula temática sobre a Química dos “chás”, no curso técnico em Química integrado ao ensino médio. Portanto, este método de ensino tem potencial para ser desenvolvido em diferentes níveis acadêmicos, abordando conteúdos diversos.

No método Jigsaw, os estudantes são agrupados nos chamados grupos de base, em que um determinado tema é discutido por todos os participantes. Em um segundo momento, o tema é dividido entre os membros do grupo, em quantos subtópicos forem necessários, e na sequência, os participantes com o mesmo subtópico reúnem-se formando um grupo de especialistas, com objetivo de estudar e discutir o assunto específico. Ao retornar ao seu grupo base, cada

participante compartilha o que aprendeu de forma a agregar o conhecimento necessário para compreender a temática principal (Cochito, 2004; Fatoreli et al., 2010; Sá, 2015; Silva & Bedin, 2019).

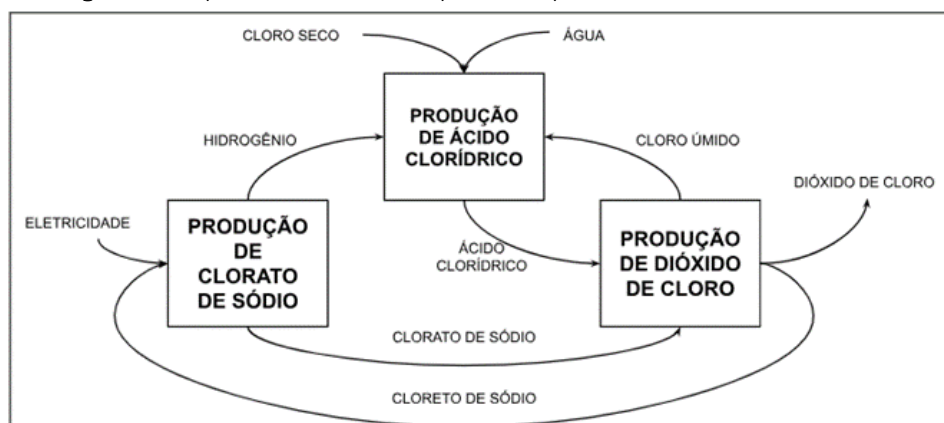
## Metodologia

O presente estudo foi desenvolvido com uma turma composta por 18 estudantes do curso técnico em Celulose e Papel, no município de Guaíba (RS), na disciplina de Produção de Químicos. Todos os participantes foram previamente informados sobre os objetivos e procedimentos da atividade e concordaram em participar mediante o preenchimento do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), em conformidade com as normas éticas de pesquisa em educação. O conteúdo abordado foi a produção integrada de dióxido de cloro, principal agente utilizado no branqueamento de celulose, levando em consideração as necessidades formativas dos profissionais de nível técnico e as características das atividades cooperativas.

A atividade pedagógica denominada Quebra-Cabeça Integrado fez parte de uma sequência didática elaborada para introduzir o tema da produção de dióxido de cloro. A atividade teve duração total de 150 minutos, distribuídos em três períodos letivos. O processo integrado de produção de dióxido de cloro caracteriza-se pela ausência de geração de resíduos, uma vez que o produto de um subprocesso é utilizado como insumo no subprocesso seguinte, formando um ciclo produtivo.

O processo de produção integrada de dióxido de cloro envolve três subprocessos principais: (I) produção de dióxido de cloro, (II) produção de ácido clorídrico e (III) produção de clorato de sódio (Figura 2). No subprocesso I, ácido clorídrico reage com clorato de sódio, resultando na formação de dióxido de cloro, cloro e cloreto de sódio. No subprocesso II, o cloro obtido reage com hidrogênio para formar ácido clorídrico. O hidrogênio utilizado é proveniente do subprocesso III, que corresponde à eletrólise do cloreto de sódio para obtenção de clorato de sódio (Langerdorf, 2023).

**Figura 2:** Esquema resumido do processo produtivo de dióxido de cloro.



Fonte: Arquivo Pessoal.

O Quebra-Cabeça Integrado foi desenvolvido com base no método Jigsaw e na estratégia de quebra-cabeça proposta por Camargo e Daros (2018), com adaptações necessárias em função da especificidade do conteúdo abordado. Inicialmente, realizou-se uma breve exposição teórica sobre o tema. Em seguida, os estudantes foram organizados em três grupos de seis integrantes (grupos base) e, dentro destes, em duplas para divisão dos subtópicos (grupo especialistas) (Figura 3).



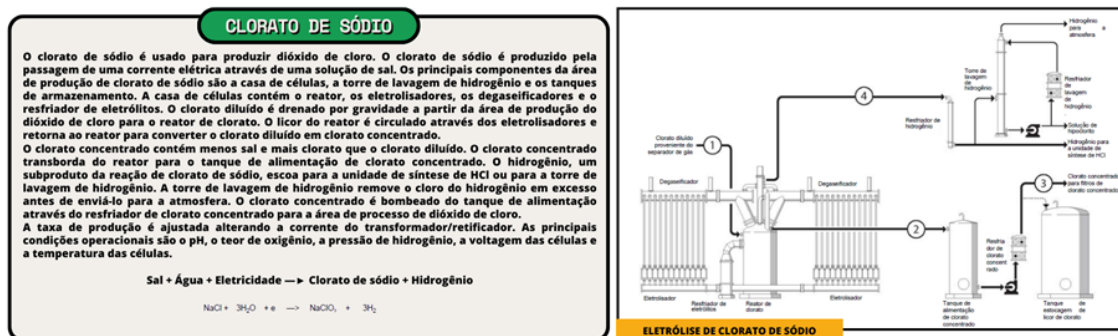
Figura 3: Distribuição dos grupos base e especialistas.



Fonte: Autoria própria.

Cada dupla recebeu uma "peça" do quebra-cabeça correspondente a um dos subprocessos e foi reorganizada em grupos de especialistas, nos quais discutiram o subtópico com apoio de um resumo e um fluxograma específico (Figura 4). Posteriormente, os estudantes retornaram aos seus grupos base para apresentar aos colegas a montagem do quebra-cabeça, explicando os três subprocessos — produção de clorato de sódio, ácido clorídrico e dióxido de cloro —, compondo, assim, o ciclo do processo integrado.

Figura 4: Exemplo de peça do quebra-cabeça entregue para cada grupo de especialistas.



Fonte: Autoria própria.

A avaliação da atividade foi realizada por meio da análise qualitativa das anotações registradas no diário de bordo da professora e da aplicação de um questionário baseado na escala Likert, composto por 15 afirmações com cinco graus de concordância, variando de "discordo totalmente" (1) a "concordo totalmente" (5). As informações obtidas no diário de bordo foram analisadas qualitativamente, enquanto os dados do questionário foram tratados pelo método do ranking médio, que avalia o grau de concordância dos estudantes (Oliveira, 2005). Após atribuir o valor de 1 a 5 para cada grau de concordância, é calculada a média ponderada (Equação 1), sendo  $M_p$  a média ponderada,  $F_i$  = frequência de respostas em cada uma das afirmações e  $x_i$  = valor correspondente a cada nível da escala Likert. Já o ranking médio (RM) (Equação 2) é calculado considerando a razão entre a média ponderada e o número total de respostas.

$$M_p = \sum_{i=1}^n F_i x_i \quad \text{Equação 1}$$

$$RM = \frac{M_p}{N} \quad \text{Equação 2}$$

Adicionalmente, uma questão aberta foi incluída no questionário para captar a percepção dos estudantes sobre a atividade, sendo as respostas agrupadas posteriormente. Os dados foram

coletados por meio de um formulário online, sem a possibilidade de identificação do participante de forma a garantir o anonimato.

Assim, a adoção do Quebra-Cabeça Integrado não se restringiu à organização prática da atividade, mas buscou garantir a coerência entre o planejamento didático e os princípios teóricos discutidos previamente. A dinâmica em grupos base e especialistas materializou a interdependência positiva e a responsabilidade compartilhada, aspectos centrais das metodologias cooperativas (Johnson & Johnson, 1999; Cohen & Lotan, 2014), além de favorecer o protagonismo discente e o desenvolvimento de competências sociais e técnicas. Também se estabeleceu um paralelo simbólico com o próprio processo produtivo integrado do dióxido de cloro, no qual cada subprocesso é indispensável para a completude do ciclo. Dessa forma, a metodologia escolhida não apenas viabilizou a compreensão dos conteúdos específicos, mas também reafirmou a intencionalidade pedagógica de articular teoria e prática em um contexto de formação profissional no ensino técnico.

## Resultados e Discussão

A partir das observações e anotações do diário de campo, identificou-se um desconforto dos estudantes ao serem distribuídos em grupos aleatórios, desconstruindo as formações habituais. Essa reação é esperada, uma vez que nos sentimos mais confortáveis e confiantes ao lado de pessoas que temos algum vínculo emocional, sendo que o relacionamento interpessoal e o desenvolvimento social estão intrinsecamente relacionados (Neves, 2021). Além disso, essa resistência inicial evidencia a influência das dinâmicas sociais na construção do ambiente cooperativo, destacando que a formação de vínculos afetivos pode facilitar ou dificultar processos de cooperação e troca de conhecimentos.

Considerando que o desenvolvimento de habilidades sociais, nesse contexto, não ocorre de forma isolada, mas está profundamente ligado às experiências emocionais e às percepções de segurança dentro do grupo, são promissoras as estratégias pedagógicas que promovam a integração gradual e o fortalecimento dos laços interpessoais, que podem contribuir para reduzir esse desconforto inicial, favorecendo uma maior abertura à colaboração e ao aprendizado coletivo. Essa discussão reforça a necessidade de os educadores considerarem as dimensões emocionais e sociais na implementação de metodologias ativas, para promover ambientes mais inclusivos e estimulantes.

Alguns estudantes relataram que, por se tratar de algo novo, não sabiam bem o que esperar. Inclusive dois estudantes afirmaram que preferem as aulas tradicionais, em que o professor repassa conteúdo, do que aulas com propostas diversificadas, conforme anotações no diário de bordo. Essa resistência pode estar relacionada à insegurança diante do desconhecido e à preferência por métodos mais convencionais (Espíndola & Pereira, 2021). Seguindo os passos para estruturação da interdependência positiva (Leão, 2019), foi retomada a explicação da atividade e seus objetivos, enfatizando que a colaboração e o apoio mútuo entre os colegas podem fortalecer a confiança individual e coletiva, facilitando a adaptação às novas metodologias.

Nesse sentido, dedicar um tempo maior para esclarecer os objetivos de cada tarefa contribuiu para criar um ambiente de compreensão e segurança, promovendo uma dinâmica de interdependência positiva em que os estudantes percebem que seu sucesso está ligado ao apoio e à cooperação com os colegas. Apesar dos receios iniciais, todos participaram ativamente e executaram a proposta conforme planejado, demonstrando que estratégias que valorizam a interdependência podem transformar resistências em oportunidades de aprendizagem cooperativa.

A interdependência positiva foi desenvolvida através de duas estratégias, a de recursos e a de tarefas, pois o tema foi subdividido em tarefas (grupo de especialistas) e a disponibilização de materiais somente para a equipe de especialista. Durante a etapa em que os grupos de especialistas se reuniram, foi solicitado o apoio da professora em diversos momentos para sanar

dúvidas ou confirmar o entendimento do fluxo do processo. A presença do professor no grupo, reitera os cinco passos definidos anteriormente para o elemento de processamento de grupo, enfatizando a importância do feedback durante o processo construtivo e os momentos de reflexão do próprio grupo em relação ao seu desempenho.

Ao retornarem para os grupos de base, cada grupo precisou definir uma ordem de apresentação dos subtópicos, e foi observado que todos chegaram ao mesmo consenso: iniciar pela produção de clorato de sódio, seguido da produção de ácido clorídrico e, por fim, a geração de dióxido de cloro. Essa tomada de decisão reflete o processamento de grupo na aprendizagem cooperativa, em que os membros analisam coletivamente seus resultados, discutem diferentes perspectivas e traçam objetivos comuns para a conclusão da tarefa final. Além disso, o processamento de grupo nesse contexto promoveu a autonomia dos estudantes na tomada de decisões e fortaleceu o senso de responsabilidade individual e coletiva compartilhada pelo sucesso da atividade, evidenciando como a cooperação estruturada potencializa a aprendizagem.

As discussões internas que levaram os grupos a essa decisão foram diversas, bem como os argumentos. O grupo 1 afirmou que sem o subprocesso de clorato de sódio não haveria hidrogênio para produzir o ácido clorídrico e assim não teríamos nenhum dos produtos para gerar dióxido de cloro. O grupo 3 apontou que sem o clorato de sódio não poderiam iniciar a produção de dióxido de cloro, pois não teriam como retornar com a solução de clorato para eletrólise. Já o grupo 2, foi mais sucinto afirmando que deveriam iniciar pela eletrólise pois é o único processo que pode começar sem os produtos dos outros dois. São percepções diferentes, mas que contemplam a ideia geral do processo integrado, demonstrando que os grupos entenderam o macroprocesso e as suas interligações. Esses apontamentos estão relatados no diário de campo e foram obtidos por meio do questionamento aos grupos sobre sua escolha na ordem de apresentação dos subtópicos.

Os resultados obtidos corroboram os princípios de AC descritos por Johnson e Johnson (1999), que destacam a importância da interdependência positiva e da responsabilidade individual para o sucesso do trabalho em grupo. Essa convergência ficou evidente quando os estudantes, ao retornarem aos grupos de base, organizaram coletivamente a ordem de apresentação dos subprocessos, reconhecendo que cada etapa era indispensável para a compreensão do ciclo integrado de produção de dióxido de cloro. De forma semelhante, o processamento grupal, também descrito por Johnson e Johnson (1999), foi observado nas discussões internas sobre qual subprocesso deveria ser apresentado primeiro, reforçando que a aprendizagem cooperativa não se restringe à transmissão de conteúdo, mas envolve negociação, tomada de decisão e corresponsabilidade entre os membros.

Por outro lado, alguns achados revelam distanciamentos em relação ao referencial teórico. A resistência inicial dos estudantes à formação aleatória dos grupos contrasta com a expectativa de que a cooperação estruturada levaria naturalmente à integração, como sugerem Cohen e Lotan (2014). Esse desconforto mostra que, no ensino técnico, as dimensões afetivas e sociais têm um peso considerável, podendo limitar a eficácia imediata da metodologia. Além disso, a preferência de alguns estudantes por aulas expositivas, em detrimento das metodologias ativas (Espíndola & Pereira, 2021), aponta para a necessidade de estratégias de transição mais graduais, que articulem métodos centrados nos estudantes com aulas expositivas.

Dessa forma, a experiência empírica confirma grande parte dos pressupostos teóricos, sobretudo no que diz respeito à interdependência e ao processamento grupal, mas também evidencia nuances e desafios práticos que não são totalmente previstos pelo modelo clássico de aprendizagem cooperativa. Esse diálogo entre teoria e prática reforça a pertinência da metodologia, ao mesmo tempo em que amplia a compreensão de suas condições de aplicabilidade no contexto do ensino técnico.

Essa movimentação de grupos (entre especialistas e base) também estimula a interação social entre os membros, uma vez que estando no grupo de especialistas e compreendendo o funcionamento do seu subprocesso retornará para o grupo base precisando explicá-lo para os demais membros, auxiliando no encaixe do quebra-cabeças. A troca de ideias e a construção de

hipóteses, bem como as tomadas de decisões, auxiliam no desenvolvimento intelectual e social dos indivíduos.

Com base nas apresentações e nos acompanhamentos das discussões nos grupos, foi possível observar que cada um conseguiu, por meio de suas próprias palavras, expressar de forma adequada o conceito do processo integrado de produção de dióxido de cloro. Além disso, os estudantes demonstraram compreensão da visão macro desse processo, reconhecendo os insumos, os produtos finais e as vias de interligação entre eles. Dessa forma, a atividade atingiu seu objetivo principal de proporcionar uma compreensão global dos três processos envolvidos, permitindo que os alunos compreendessem o motivo pelo qual esse conjunto é denominado processo integrado. Na sequência do planejamento pedagógico, cada um desses processos foi abordado de maneira individualizada nas aulas subsequentes.

O questionário tipo Likert foi organizado em 15 afirmações divididas em dois grupos: trabalho em grupo e atividade do quebra-cabeça. Na Tabela 1, estão dispostos os resultados do Ranking Médio (RM) para cada afirmação.

**Tabela 1:** Resultados do Ranking Médio para cada uma das afirmações dos dois grupos.

	Afirmações	R.M
1	Trabalhos em grupo fazem você trabalhar de forma cooperativa visto que você ajuda seus colegas, compartilha ideias, enquanto aprende com eles.	5,00
2	Trabalhar em grupo é importante para a aprendizagem ocorrer de forma satisfatória.	4,56
3	Seu desempenho estudando em grupo é melhor do que seu desempenho ao estudar de forma individual.	4,06
4	Os trabalhos em grupo são importantes para sua vida profissional futura, visto que, no mercado de trabalho, é necessário saber trabalhar em equipe.	4,94
5	Prefiro realizar trabalhos em grupo/dupla ao invés de trabalhos individuais.	4,63
6	Trabalhar em grupo proporciona um melhor relacionamento com os meus colegas.	4,88
7	Particpei mais ativamente na atividade do quebra-cabeça do que eu normalmente faço durante as aulas.	4,50
8	Eu prefiro quando o professor discute tópicos com a classe toda (aula expositiva dialogada) do que quando nós temos que trabalhar em pequenos grupos.	3,25
9	Considereei a atividade do quebra-cabeça confusa e sem estrutura.	1,13
10	Utilizar diferentes métodos de ensino torna as aulas mais interessantes e menos chatas.	4,94

11	Eu pude trabalhar com mais independência na atividade do Quebra-Cabeça Integrado do que faço normalmente nas aulas expositivas/expositivas dialogadas.	4,38
12	Eu acredito que aprendi muito sobre o conteúdo “Produção Integrada de Dióxido de Cloro” trabalhando com a atividade Quebra-Cabeça Integrado.	4,81
13	Eu não gostei de trabalhar no formato da atividade Quebra-Cabeça Integrado porque meu aprendizado ficou muito dependente do desempenho dos meus colegas.	1,31
14	Eu gostei de trabalhar no formato da atividade Quebra-Cabeça Integrado porque pude trabalhar junto com outros colegas.	4,44
15	Eu gostaria de participar novamente de atividades como o Quebra-Cabeça Integrado na Produção de Químicos.	4,69

**Fonte:** Adaptado de Eilks, (2005); Fatareli et al., (2010); Silva et al., (2020).

Nas afirmações sobre trabalho em grupo (1 a 8), os valores de RM maiores que 4,0 indicam um alto grau de concordância dos estudantes e sugere que a turma apoia o uso desse tipo de atividade, identifica a relevância para seu aprendizado, sua vida profissional e sua participação em aula. Entretanto, destaca-se que a turma é dividida sobre a preferência por aulas expositivas ou por aprender em pequenos grupos devido ao RM igual a 3,25, da afirmação 8.

Sobre o quebra-cabeça (afirmações 9 a 15), os resultados dos RM maiores que 4,0 representam a aprovação do uso dessa estratégia pelos estudantes quando afirmam que aprenderam sobre o tema, trabalharam junto com os colegas, entenderam a dinâmica da atividade, tiveram um papel mais independente e participariam novamente de atividades nesse formato. Nas afirmações 9 e 13, os valores menores que 2,0, representam a discordância dos estudantes com esses quesitos, ou seja, discordam que a atividade foi confusa e que prejudicou sua aprendizagem devido a dependência com os resultados dos demais colegas.

A última questão era aberta e os questionava sobre a sua percepção sobre a atividade do Quebra-Cabeça Integrado. A análise dos dados foi processada de forma qualitativa, visando interpretar o significado e o correlacionar com as características da aprendizagem cooperativa. As respostas dos estudantes estão dispostas no Quadro 2.

**Quadro 2:** Respostas organizadas por estudantes.

Estudante	Respostas
A	Contribuiu para o entendimento do assunto de uma forma mais lúdica.
B	O trabalho foi muito vantajoso para os alunos, pois com o método de formação de grupos, a interação entre a gente fica melhor, e nosso entendimento abrange mais horizonte, visto que, o colega pode ter um ponto de vista diferente do meu e este ser muito bom, agregando assim conhecimento.
C	Além da aprendizagem adquirida na atividade, nos trouxe interação com os demais colegas, estreitando laços!

D	Diferente de outros professores que tivemos no curso técnico em celulose e papel, você foi a que melhor me ensinou usando seus métodos e atividades diferentes, como o do quebra-cabeça, onde nos fez querer entender o assunto, para poder transmitir de forma correta para os colegas, pois ensinando algo que a gente sabe, também ajuda a fixar o conteúdo.
E	A atividade foi dinâmica e permitiu que víssemos o processo de forma mais simplificada, tanto isoladamente quanto o processo como um todo. Trabalhar em equipe fez com que pudéssemos interagir e ver o processo por diversos pontos de vista, o que possibilitou o aumento da compreensão e entendimento.
F	Dinâmico.
G	Foi ótima para esclarecer partes do processo explicadas pelos colegas.
H	Foi muito bom passar por essa experiência, trabalhando em grupo e a cada passo, ver o processo se encaixando e formando o ciclo completo! A troca de informação com os colegas foi muito satisfatório!
I	Muito bom ter aula dinâmica!!
J	A atividade é bem interessante e dinâmica, permite discussões entre o grupo e participação de todos. O entendimento do processo como um todo é melhor absorvido.
K	Atividade bastante dinâmica, onde foi possível trocar conhecimento com os outros colegas.
L	Atividade quebra cabeça proporcionou troca de conhecimento e integração com os colegas ótima atividade.
M	A atividade do quebra-cabeça foi bastante produtiva, pois estimula o diálogo entre os colegas e a capacidade de expressar o conhecimento adquirido para os demais grupos.
N	Dinâmico. Muito interessante e cativante.
O	Muito boa a atividade. Proporcionando um melhor aprendizado

Fonte: Autoria Própria.

Ao analisar as respostas evidencia-se a presença dos elementos definidos por Johnson e Johnson (1999) para a efetividade de uma abordagem cooperativa. Destaca-se, primeiramente, a importância do trabalho em grupo, que promove a interação entre os colegas e favorece a construção coletiva do conhecimento, observado nas respostas dos estudantes B, L e M. Além disso, é evidenciada uma preocupação dos estudantes em compreender o conteúdo de forma a poder transmiti-lo aos demais, reforçando assim a responsabilidade individual e a interdependência positiva como apontado pelo estudante D “[...] nos fez querer entender o assunto, para poder transmitir de forma correta para os colegas, pois ensinando algo que a gente sabe, também ajuda a fixar o conteúdo.”

O desenvolvimento de habilidades sociais é promovido através da troca de conhecimentos, do apoio mútuo e de uma comunicação eficaz. O estudante B explica que diferentes pontos de vista são importantes e podem expandir o conhecimento sobre o tema, sendo complementado pelo estudante J ao mencionar que a atividade permitiu momentos de discussões entre o grupo favorecendo a participação de todos.

Ao analisar as respostas de forma geral, percebe-se que elas convergem para um reconhecimento positivo dos benefícios de se trabalhar em um ambiente cooperativo, apontando para uma



avaliação que considera além da interdependência positiva, a responsabilidade individual e de grupo, a interação social, as habilidades sociais e o processamento grupal, características fundamentais para a aprendizagem cooperativa (Johnson et al., 1999). De fato, os resultados finais da tarefa proposta evidenciam que a aplicação da atividade baseada na AC cumpriu com os pressupostos de Johnson e Johnson (1999) e atingiu seu objetivo, preconizando a aplicação de atividades cooperativas no nível técnico de ensino.

## Conclusão

A aplicação da atividade "quebra-cabeça integrado" trouxe diversas contribuições para o processo de ensino e aprendizagem no contexto da disciplina Produção de Químicos no nível técnico. Observou-se um aumento no engajamento individual e coletivo dos estudantes, incentivando a colaboração, o desenvolvimento de habilidades sociais e a superação de desafios inerentes ao trabalho em equipe, como o compartilhamento de ideias e a busca conjunta por soluções. A atividade também estimulou a comunicação e a divisão de responsabilidades, fortalecendo um ambiente de aprendizagem cooperativo e destacando a importância do aprendizado mútuo entre colegas.

Com base nas observações realizadas durante a execução da atividade, evidenciam-se avanços na compreensão do processo de produção de dióxido de cloro integrado. As apresentações dos estudantes, com o uso apropriado dos termos técnicos para descrever os fluxos do processo, indicaram a apropriação dos conceitos e a consolidação de uma visão sistêmica do tema. Os resultados obtidos por meio da análise do questionário reforçam essa conclusão, mostrando que os estudantes reconhecem os benefícios das atividades em grupo tanto para a aprendizagem de conteúdos quanto para o fortalecimento das relações interpessoais e a melhoria do desempenho pessoal e profissional.

No contexto do ensino técnico, a aprendizagem cooperativa promoveu a interdependência positiva, com cada membro da equipe assumindo a responsabilidade de aprender e de compartilhar seus conhecimentos em prol dos objetivos do grupo. Além disso, observou-se o desenvolvimento de competências essenciais ao mercado de trabalho, como comunicação eficaz, trabalho em equipe e adaptação a diferentes situações. Assim, ambientes cooperativos favorecem a troca de conhecimentos e experiências entre os participantes, ampliando a compreensão dos temas abordados e enriquecendo o aprendizado de maneira significativa.

Entretanto, é importante reconhecer que a aplicação do Quebra-Cabeça Integrado não ocorreu sem desafios. A resistência inicial de alguns estudantes à formação aleatória dos grupos, assim como a preferência de outros por aulas expositivas tradicionais, evidencia que a transição para metodologias ativas pode gerar insegurança e desconforto. Esses aspectos revelam a necessidade de estratégias de mediação mais graduais, nas quais a explicação clara dos objetivos e o apoio contínuo do professor funcionem como elementos de segurança pedagógica.

Essas limitações, longe de fragilizar a proposta, indicam caminhos de aprimoramento para a prática docente no ensino técnico. O estudo sugere que a aprendizagem cooperativa é eficaz, mas que sua implementação demanda considerar não apenas a dimensão cognitiva, como também as dimensões emocionais e sociais dos estudantes, fundamentais para o êxito de metodologias colaborativas.

Como desdobramento, recomenda-se investigar a aplicação do método em outros componentes curriculares, bem como ampliar a análise longitudinal para verificar impactos duradouros sobre o desempenho acadêmico e sobre o desenvolvimento de competências socioemocionais. Pesquisas futuras poderiam ainda explorar adaptações híbridas, conciliando metodologias ativas e aulas expositivas, a fim de atender diferentes perfis de estudantes. Assim, o presente estudo ressalta a relevância do Quebra-Cabeça Integrado para a compreensão de processos complexos

no ensino técnico, além de aponta limites, implicações e possibilidades de avanço, reforçando a importância de alinhar inovação metodológica, mediação docente e necessidades formativas dos futuros profissionais da área de Celulose e Papel.

## Referências

Bacich, L., & Moran, J. (Orgs.). (2018). Metodologias ativas para uma educação inovadora: Uma abordagem teórico-prática. Penso.

Camargo, F., & Daros, T. (2018). *A sala de aula inovadora: Estratégias pedagógicas para fomentar o aprendizado ativo* (pp. 3–7). Porto Alegre, RS: Penso.

Cochito, M. I. G. S. (2004). Cooperação e aprendizagem: Educação intercultural. Lisboa, Portugal: Acime. <https://cidadaniaemportugal.pt/wp-content/uploads/recursos/cooperacao-e-aprendizagem.pdf>

Cohen, E. G., & Lotan, R. A. (2017). *Planejando o trabalho em grupo* (L. F. M. Dorvillé, M. M. Carneiro, & P. M. S. F. Rozin, Trans.; 3ª ed.). Porto Alegre, RS: Penso.

Drucker, P. F. (2004). *O gerente eficaz*. Rio de Janeiro, RJ: Editora Campus.

Eilks, I. (2005). Experiences and reflections about teaching atomic structure in a jigsaw classroom in lower secondary school chemical lessons. *Journal of Chemical Education*, 82(2), 313–319. <https://doi.org/10.1021/ed082p313>

Espíndola, M. A., & Pereira, F. (2021). Metodologias Ativas de Aprendizagem aplicadas ao ensino técnico: modelo adotado pelo SENAC em Divinópolis-MG. *Educação Unisinos*, São Leopoldo, 25, 1-18. <https://revistas.unisinos.br/index.php/educacao/article/download/19719/60748613/60786476>

Fatareli, E. F., Santos, V. M., & Carneiro, M. A. A. (2010). Método cooperativo de aprendizagem Jigsaw no ensino de cinética química. *Química Nova na Escola*, 32(3), 161–168. [https://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc32\\_3/05-RSA-7309\\_novo.pdf](https://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc32_3/05-RSA-7309_novo.pdf)

Firmiano, E. P. (2011). *Aprendizagem cooperativa na sala de aula* (Programa de Educação em Células Cooperativas – PRECE, 13). [https://www2.olimpiadadehistoria.com.br/vw/1i8b0SK4wNQ\\_MDA\\_b3dfd\\_/APOSTILA%20DE%20Aprendizagem%20Cooperativa%20-%20Autor-%20Ednaldo.pdf](https://www2.olimpiadadehistoria.com.br/vw/1i8b0SK4wNQ_MDA_b3dfd_/APOSTILA%20DE%20Aprendizagem%20Cooperativa%20-%20Autor-%20Ednaldo.pdf)

Freire, P. (1970). *Pedagogia do oprimido*. Rio de Janeiro: Paz e Terra.

Inocêncio, G. H., & Midões, A. C. D. (2021). Concepções alternativas e aprendizagem colaborativa: Uma proposta de atividade envolvendo o método Jigsaw no conteúdo de modelos atômicos no curso técnico em química. *Scientia Naturalis*. <https://doi.org/10.29327/269504.3.3-28>

Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (1999). *Aprender juntos y solos: Aprendizaje cooperativo, competitivo e individualista*. Buenos Aires, Argentina: Grupo Editorial Aique S.A.

Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (2006). *El aprendizaje cooperativo en el aula* (1ª ed.). Buenos Aires, Argentina: Paidós.

Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (2014). Cooperative learning in 21st century. *Anales de Psicología*, 30(3), 841–851. <http://dx.doi.org/10.6018/analesps.30.3.201241>

- Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (2019). Cooperative learning: The foundation for active learning. *Active Learning in Higher Education*, 20(2), 107–119. <https://doi.org/10.5772/intechopen.81086>
- Johnson, D. W., Johnson, R. T., & Holubec, E. J. (1999). *Los nuevos círculos del aprendizaje: La cooperación en el aula y la escuela*. Buenos Aires, Argentina: Editorial Paidós.
- Kagan, S. (1991). *Cooperative learning*. San Juan Capistrano, CA: Kagan Publishing.
- Kagan, S. (2003). Breve história de las Estructuras Kagan. *Kagan Online Magazine*. Disponível em <http://ardilladigital.com/DOCUMENTOS/EDUCACION%20ESPECIAL/APRENDIZAJE%20COOPERATIVO/Historia%20de%20las%20estructuras%20Kagan%20-%20articulo.pdf>
- Langendorf, M. (2023). *Modelagem e simulação de um reator de dióxido de cloro* (Trabalho de conclusão de curso). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia Química. <http://hdl.handle.net/10183/262183>
- Leão, D. S. S. (2019). *Avaliação da proposta da aprendizagem cooperativa como estratégia teórico-metodológica para melhorar o ensino-aprendizagem: Estudo de caso em uma escola estadual de educação profissional do Ceará* (Tese de doutorado). Universidade Federal do Ceará. <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/46018>
- Miranda, K. F. S. (2024). *Metodologias ativas na educação a distância: Foco nas estratégias pedagógicas baseadas nos aspectos socioafetivos* (Tese de doutorado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/285329>
- Neves, J. F. (2021). *O ensino de química na perspectiva do aluno: Representações sociais e afetividade* (Dissertação de mestrado). Pontifícia Universidade Católica de Goiás. <http://tede2.pucgoias.edu.br:8080/handle/tede/4764>
- Oliveira, L. H. (2005). Exemplo de cálculo de ranking médio para Likert [Notas de aula]. *Metodologia Científica e Técnicas de Pesquisa em Administração* (Dissertação de mestrado, PPGA CNEC/FACECA, Varginha, MG). [https://www.academia.edu/36568341/EXEMPLO\\_DE\\_C%C3%81LCULO\\_DE\\_RANKING\\_M%C3%89DIO\\_PARA\\_ESCALA\\_DE\\_LIKERT](https://www.academia.edu/36568341/EXEMPLO_DE_C%C3%81LCULO_DE_RANKING_M%C3%89DIO_PARA_ESCALA_DE_LIKERT)
- Prince, M. J., & Felder, R. M. (2007). The many faces of inductive teaching and learning. *Journal of College Science Teaching*, 36(5), 14–20.
- Sá, D. M. B. de. (2015). *Aprendizagem cooperativa – Aplicação dos métodos Jigsaw e Graffiti cooperativo com alunos do 5º ano de escolaridade* (Dissertação de mestrado). Instituto Politécnico de Bragança, Escola Superior de Educação. <http://hdl.handle.net/10198/11753>
- Santos, F. A. de S., et al. (2020). Método cooperativo no ensino de química: Uma abordagem do conteúdo de soluções químicas através do método Jigsaw. *Revista Debates em Ensino de Química*, 6(2), 254–269. <https://www.journals.ufrpe.br/index.php/REDEQUIM/article/view/2796>
- Santos, W., & Grünfeld, A. L. (2021). O ensino da química por meio da metodologia cooperativa Jigsaw: Explorando o tema chás. *Revista Insignare Scientia - RIS*, 4(4), 309–322. <https://doi.org/10.36661/2595-4520.2021v4i4.11976>
- Savery, J. R. (2006). Overview of problem-based learning: Definitions and distinctions. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 1(1), 9–20. <https://doi.org/10.7771/1541-5015.1002>

Silva, C. S., & Bedin, E. (2019). A metodologia cooperativa no ensino de química: O aluno como construtor de sua aprendizagem. *Revista de Educação, Ciências e Matemática*, 9(2). <https://publicacoes.unigranrio.edu.br/recm/article/view/4938>

Silva, M. A., Cantanhede, L. B., & Cantanhede, S. C. S. (2020). Aprendizagem cooperativa: Método Jigsaw como facilitador de aprendizagem do conteúdo químico separação de misturas. *Actio: Docência em Ciências*, 5(1), 1–21. <https://periodicos.utfpr.edu.br/actio/article/view/9323/7513>

Slavin, R. E. (2002). *Aprendizaje cooperativo: Teoría, investigación y práctica*. Buenos Aires, Argentina: Grupo Editorial Aique S.A.

Slavin, R. E. (2015). *Cooperative learning: Theory, research, and practice* (2nd ed.). New York, NY: Pearson.

Topping, K. J. (2005). Trends in peer learning. *Educational Psychology*, 25(4), 631–645. <https://doi.org/10.1080/01443410500047272>

Vidal, A., Silva, M., & Pereira, L. (2023). Aprendizagem cooperativa e desenvolvimento de habilidades em educação técnica. *Revista de Educação Técnica e Profissional*, 15(1), 45–60. <https://doi.org/10.7769/gesec.v14i5.2168>