



INVESTIGANDO O PENSAMENTO FORMAL EM ESTUDANTES DE ENGENHARIA QUÍMICA BASEANDO-SE NAS ATIVIDADES OPERATÓRIAS PIAGETIANAS

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2025.6145

Autores: ELAINE FERREIRA TORRES, DENISE CELESTE GODOY DE ANDRADE RODRIGUES

Resumo: O presente trabalho tem como objetivo a investigação do desenvolvimento do pensamento formal em estudantes de Engenharia Química da UERJ, por meio de provas operatórias baseadas na teoria de Piaget. Os resultados indicam que, embora os alunos apresentem domínio do raciocínio concreto, enfrentam dificuldades significativas em tarefas que exigem raciocínio lógico-formal, como proporcionalidade e análise crítica. O estudo ressalta a necessidade de práticas pedagógicas que estimulem o pensamento abstrato e crítico, essenciais para a formação de profissionais capazes de resolver problemas complexos na área de Química.

Palavras-chave: pensamento formal, engenharia química, desenvolvimento cognitivo, atividades operatórias piagetianas, química analítica.

INVESTIGANDO O PENSAMENTO FORMAL EM ESTUDANTES DE ENGENHARIA QUÍMICA BASEANDO-SE NAS ATIVIDADES OPERATÓRIAS PIAGETIANAS

1. INTRODUÇÃO

O desempenho acadêmico no ensino superior em engenharia é influenciado por múltiplos fatores psicológicos e cognitivos, tornando essencial a compreensão do desenvolvimento cognitivo dos estudantes para a elaboração de estratégias eficazes que promovam a aprendizagem e a permanência nos cursos (MATTA, 2017).

De acordo com Ribeiro et al. (2010), é importante analisar as percepções de discentes e docentes sobre o processo de ensino-aprendizagem para enfrentar as altas taxas de reprovação de estudantes de engenharia (apud SOUSA, 2013).

Já Sousa et al. (2013) investigaram o nível de desenvolvimento cognitivo dos estudantes, visando o estágio operatório formal de Piaget, e constataram que a maioria dos alunos, independentemente do desempenho, não domina completamente as noções esperadas para esse estágio, indicando que o desenvolvimento cognitivo isoladamente não explica o rendimento escolar.

Complementando, Marcondes e Silva (2022), em revisão sistemática de 38 artigos baseada no Protocolo Prisma, mostraram que o desenvolvimento cognitivo dos universitários frequentemente não alcança o esperado pela teoria, evidenciando fragilidades no ensino superior que demandam ações educativas, reforçando que o conhecimento específico não pode ser dissociado dos aspectos cognitivos, sendo as atividades operatórias piagetianas (AOP) ferramentas essenciais para compreender e apoiar esses processos.

O presente estudo tem como objetivo investigar o desenvolvimento do pensamento lógico-formal em estudantes de Engenharia Química da Faculdade de Tecnologia da UERJ, por meio da aplicação de provas operatórias piagetianas (AOP) adaptadas ao contexto da Química Analítica. Busca-se analisar, de forma qualitativa e quantitativa, os níveis de raciocínio cognitivo presentes, com ênfase nos estágios operatório concreto e operatório formal, a fim de compreender melhor as capacidades e desafios cognitivos desses alunos, visando subsidiar o desenvolvimento de estratégias pedagógicas que aprimorem o ensino dos conteúdos e promovam um maior entendimento por parte dos estudantes.

2. REVISÃO DA LITERATURA

As provas operatórias piagetianas, originalmente propostas por Jean Piaget, consistem em tarefas-problema que avaliam a capacidade de raciocínio lógico-formal, incluindo conceitos como conservação, classificação, seriação, proporcionalidade, controle de variáveis e raciocínio hipotético-dedutivo (VISCA, 2008). Essas provas são aplicadas por meio de um método clínico que busca compreender o nível de desenvolvimento cognitivo do indivíduo, não apenas pelas respostas corretas, mas pela análise do processo de pensamento e justificativas apresentadas (VISCA, 2008). Para Rubinstein (2014) apud Brasil Escola (s.d), as provas operatórias tornam-se uma importante ferramenta para explicar o nível cognitivo do estudante, avaliando suas possibilidades de raciocínio e construção do conhecimento na fase escolar.

Na área da Química Turner et al. (1979) investigaram as dificuldades de estudantes em realizar operações lógicas formais, conforme a teoria de Piaget. Os autores aplicaram um teste de múltipla escolha, avaliando seis operações lógicas: raciocínio proporcional, combinatório, probabilístico, condicional, controle de variáveis e aplicação de regras universais (como conservação de massa). Concluíram que o conhecimento em Química é insuficiente sem a capacidade de realizar operações lógicas formais e recomendaram que professores avaliem e desenvolvam essas habilidades de modo específico, pois "uma classificação global dos estudantes como operacionais concretos ou formais não fornece assistência adequada" (TURNER et al., 1979, p.600).

Shibley Jr. et al. (2003), analisou diferenças de gênero, habilidades cognitivas e desempenho em Química universitária com base na teoria do desenvolvimento cognitivo de Piaget com dados de 1981 e 1998, utilizando o Inventário de Tarefas de Desenvolvimento de Piaget (IPDT) e resultados do SAT (Scholastic Assessment Test), além das notas finais dos alunos de um curso introdutório de Química, concluíram que houve um declínio no desempenho cognitivo dos estudantes de Química universitária e as diferenças de gênero observadas anteriormente foram reduzidas, especialmente no que diz respeito às habilidades formais de pensamento avaliadas pelo IPDT. Além disso, apenas para as mulheres, o desempenho acadêmico em Química correlacionou-se significativamente com as habilidades cognitivas e os resultados do SAT.

Maia et al. (2013) abordou como as teorias de Piaget, Ausubel e Vygotsky fundamentam diferentes concepções para a experimentação no Ensino de Química, defendendo a adoção de uma abordagem pluralista nas práticas pedagógicas. Os autores concluem que, embora existam diferenças entre as abordagens dos três teóricos, todos reconhecem a aprendizagem como um processo ativo e autorregulado, sendo recomendada uma prática pedagógica pluralista. A associação entre o método clínico piagetiano e experimentos de Química permite diagnosticar o estágio cognitivo dos estudantes e promover a construção ativa do conhecimento científico, tornando o ensino mais significativo e adaptado ao desenvolvimento dos alunos.

Segundo Sá e Santin Filho (2017), a teoria de Piaget é fundamental para o Ensino de Química, pois permite que o educador adapte suas práticas pedagógicas aos estágios cognitivos dos alunos, facilitando a construção ativa do conhecimento e o desenvolvimento do pensamento abstrato necessário para a compreensão dos conceitos químicos.

O estudo de Aseeri (2020), que investigou o pensamento abstrato de estudantes do curso de Matemática, Física e Química da Universidade de Najran, à luz da teoria de Piaget, e sua relação com o desempenho acadêmico, evidenciou que o desenvolvimento do pensamento abstrato está associado ao avanço acadêmico. A pesquisa também aponta diferenças significativas entre os níveis de pensamento concreto, transitório e abstrato, sugerindo a importância de estratégias pedagógicas que promovam o raciocínio abstrato desde os primeiros estágios da formação.

3. METODOLOGIA

Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa aplicada de abordagem qualitativa e quantitativa, com delineamento exploratório-descritivo. O objetivo é investigar o desenvolvimento do pensamento formal em estudantes de Engenharia Química da Faculdade de Tecnologia da UERJ, utilizando provas operatórias piagetianas adaptadas ao contexto da Química Analítica. A amostra foi composta por 25 estudantes regularmente matriculados no curso, participantes da disciplina Química Analítica de Processos. Os alunos foram informados sobre os objetivos da pesquisa e concordaram em participar. Para

este estudo, a prova aplicada foi adaptada para o contexto da Química. Os itens abordaram conceitos fundamentais da disciplina e exigiram dos alunos operações mentais típicas do pensamento formal, tais como: Conservação de quantidade (ex.: transferência de soluções); classificação de substâncias e misturas; cálculo de concentrações e transformações percentuais; interpretação e previsão de resultados em reações Químicas; aplicação de conceitos de densidade e volume e análise crítica de afirmações científicas. A prova continha 10 questões discursivas, algumas com vários itens indicando explicitamente a demanda da resposta. Essas perguntas abordaram diferentes conceitos fundamentais de Química Analítica exigidos para um aluno de engenharia, as dez perguntas foram adaptadas a partir das AOP, conforme apresentado no Quadro 1.

A avaliação foi aplicada em sala de aula, com tempo livre para resolução. Os estudantes foram orientados a justificar suas respostas, permitindo a análise do raciocínio utilizado em cada questão, conforme o método clínico piagetiano.

Quadro 1 – Perguntas do teste

Pergunta	Conceito abordado
1	Conservação de volume
2	Classificações complexas
3	Raciocínio abstrato e proporcionalidade
4	Resolução de problemas complexos (conceito de diluição)
5	Raciocínio proporcional e Cálculo e raciocínio lógico-matemático
6	Resolução de problemas complexos e Cálculo e raciocínio lógico-matemático
7	Proporcionalidade e Manipulação de variáveis múltiplas 1 (massa)
8	Proporcionalidade e Manipulação de variáveis múltiplas 2 (volume)
9	Conservação de massa
10	Pensamento abstrato, raciocínio lógico e crítico

Fonte: Elaborado pela autora.

As respostas foram analisadas qualitativamente e quantitativamente, buscando identificar indícios dos seguintes estágios do desenvolvimento cognitivo, segundo Piaget: operatório concreto e operatório formal.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O desenvolvimento do pensamento formal é um requisito fundamental para o sucesso acadêmico e profissional em cursos das áreas tecnológicas, especialmente na área tecnológica, onde a resolução de problemas complexos, o raciocínio lógico-matemático e a capacidade de abstração são habilidades essenciais para a formação profissional (BORGES; FAGUNDES; MENEZES, 2019).

De acordo com as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) para os cursos de Engenharia (Brasil, 2019), a formação do engenheiro químico deve abranger uma sólida base em ciências básicas, incluindo Química, para que ele possa atuar no desenvolvimento de processos e produtos, bem como no controle de qualidade e na análise de processos industriais. A Química analítica, nesse contexto, fornece as ferramentas e o conhecimento necessários para realizar análises quantitativas e qualitativas de materiais e produtos, garantindo a eficiência e a segurança dos processos.

Na pergunta 1, 96% dos alunos responderam corretamente à questão sobre conservação de volume. Isso indica que a maioria domina conceitos básicos de conservação, típicos do estágio operatório concreto. Segundo Piaget, durante este estágio, os indivíduos desenvolvem a capacidade de compreender a conservação de quantidade,

volume e massa, realizando operações lógicas sobre objetos concretos (apud SOUZA; WECHSLER, 2014).

Na pergunta 2, apenas 44% acertaram. Muitos alunos confundiram conceitos fundamentais de Química, como substância pura, simples e composta. Isso mostra fragilidades na classificação lógica e na compreensão de conceitos abstratos, essenciais para o raciocínio formal na Química.

A pergunta 3 apresentou somente 28% de acerto. O baixo índice de acertos revela que a maioria dos alunos não adquiriu o conceito de proporcionalidade, que é central para operações matemáticas e Químicas mais avançada. Segundo Piaget, essa dificuldade limita o avanço para o pensamento formal, que é caracterizado pela capacidade de raciocinar sobre hipóteses e proposições abstratas, não apenas sobre objetos concretos. O pensamento formal permite a compreensão de conceitos como proporcionalidade, implicação e correlação, fundamentais para o desenvolvimento do raciocínio lógico e científico (PIAGET, 1975).

A pergunta 4 ninguém acertou, isso sugere não apenas dificuldades conceituais, mas também falta de estratégias para abordar situações novas e desafiadoras, além de pouca iniciativa para buscar esclarecimentos (o aluno poderia tirar dúvidas com o professor durante o teste).

Outra pergunta com pouco acerto foi a 5 (12%). Os erros de cálculo e a não compreensão dos comandos indicam deficiência em habilidades matemáticas básicas e dificuldade em seguir instruções complexas, o que pode comprometer o desempenho em disciplinas quantitativas da engenharia.

A pergunta 6 também foi pouco acertada (8%). Os alunos demonstraram desconhecimento sobre o operador p e a escala logarítmica, conceitos fundamentais para tópicos como pH. Isso evidencia lacunas em conteúdos matemáticos e químicos essenciais.

A perguntas 7 e 8 tiveram os acertos de 96% e 68%, respectivamente. O bom desempenho em uma das questões mostra que, em situações mais concretas ou rotineiras, os alunos conseguem aplicar conhecimentos de proporcionalidade. Porém, quando o problema exige abstração ou aplicação de conceitos como densidade, o desempenho cai.

A pergunta 9 teve 72% de acerto, indicando que a maioria dos alunos compreende o conceito de conservação de massa, mas há dificuldades em justificar corretamente a resposta, indicando debilidade no raciocínio explicativo. A dificuldade em justificar a conservação revela uma limitação na descentração, ou seja, a capacidade de considerar simultaneamente múltiplos aspectos de uma situação, habilidade necessária para o raciocínio explicativo mais elaborado (PIAGET, 1975). Essa dificuldade no raciocínio explicativo pode comprometer a progressão para estágios cognitivos superiores, essencial para o aprendizado em áreas como a matemática e a Química.

Metade dos alunos não identificou uma afirmativa não lógica, na pergunta 10 o que aponta para limitações no pensamento crítico e na avaliação lógica de informações, competências fundamentais para o engenheiro.

Para Suzuki (2022), um aspecto fundamental no processo de ensino e aprendizagem é que a relação do estudante com o conhecimento ocorre por meio da mediação do professor, estando diretamente ligada ao conceito de transferência. O erro revela a estratégia adotada pelo estudante para alcançar o objetivo de aprendizagem, envolvendo também a compreensão e os processos mentais utilizados para superar essa dificuldade. Dessa forma, tanto estudantes quanto professores tornam-se protagonistas ativos na (re)construção do conhecimento. Nesse contexto, para que essa (re)construção do conhecimento ocorra de forma efetiva, é necessário que sejam adotadas práticas pedagógicas que favoreçam o desenvolvimento de habilidades cognitivas mais complexas. Nesse processo, torna-se imprescindível desenvolver estratégias que auxiliem os

estudantes a aprimorarem o raciocínio abstrato e formal. Assim, é essencial propor atividades que estimulem a formulação de hipóteses, o manejo de variáveis e a resolução de problemas complexos, conforme sugerido por Piaget (1975).

Usar desafios reais da engenharia Química, que envolvem conceitos como pH e escalas logarítmicas, também estimula esse pensamento (Porto, 2007). Além disso, é essencial reforçar a base matemática integrada ao ensino de Química geral, disciplina pré-requisito da Química analítica de processos, usando ferramentas tecnológicas e visuais para facilitar a compreensão de cálculos e conceitos (Santos, Pina e Silva, 2022).

Trabalhar com mapas conceituais, diagramas e promover debates pode auxiliar na organização das ideias e na construção lógica dos conceitos (Novak e Cañas, 2008). Além disso, nas avaliações, é fundamental explicitar as demandas em tópicos bem definidos, direcionando claramente cada requisito da avaliação somativa e organizando-os como subitens nas questões. Essa prática auxilia especialmente alunos com TDAH, diagnosticados ou não, e facilita que os alunos típicos organizem melhor seu raciocínio e mantenham a atenção durante a prova (OLIVEIRA; SANTO E SILVA, 2022). Embora se utilize o computador ou celular para os cálculos, é importante que os exercícios também sejam realizados de forma “desplugada”, permitindo que o aluno se familiarize com o algoritmo manualmente antes de utilizar recursos tecnológicos, incluindo ferramentas computacionais e inteligência artificial (ZANCAN; SAUERWEIN, 2022).

É fundamental manter o hábito do “dever de casa”, pois ele constitui uma ferramenta essencial para a fixação dos conteúdos aprendidos em sala de aula. Essa prática permite que o aluno exercite e consolide os conceitos trabalhados durante as aulas, funcionando como uma extensão do processo de aprendizagem. Além disso, o dever de casa possibilita a revisão, a prática e a reflexão sobre o conteúdo, contribuindo para uma memorização mais eficaz e um entendimento mais profundo. Essa atividade auxilia no desenvolvimento da disciplina, autonomia e responsabilidade do estudante, incentivando o hábito do estudo diário e preparando-o para avaliações futuras (FUJIMOTO; MARTINS, 2013).

Por fim, atividades que envolvem explicações, justificativas e a análise de erros ou afirmações incorretas são essenciais para fortalecer o raciocínio crítico e a capacidade explicativa, preparando melhor os futuros engenheiros. Esse processo é potencializado pelo uso de metodologias ativas de ensino. Conforme Valença (2023), em seu estudo sobre metodologias ativas no ensino de engenharia, essas abordagens enfatizam a participação efetiva dos estudantes na construção do conhecimento, promovendo a colaboração, o desenvolvimento do pensamento crítico, a resolução de problemas e a aplicação prática dos conceitos aprendidos, o que contribui para uma formação mais engajada e alinhada às demandas do mercado profissional.

CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo evidenciam que, embora os estudantes de Engenharia Química apresentem domínio satisfatório de conceitos básicos e concretos, ainda enfrentam dificuldades significativas em operações que exigem raciocínio abstrato, proporcionalidade e pensamento formal, competências essenciais para o sucesso acadêmico e profissional na área tecnológica.

A análise das respostas às provas operatórias piagetianas evidenciou fragilidades tanto na compreensão dos conceitos fundamentais quanto na capacidade de justificar logicamente as respostas, ressaltando a urgência de implementar estratégias pedagógicas que estimulem o desenvolvimento do pensamento lógico-formal; por isso, repensar as estratégias de ensino torna-se imprescindível para formar engenheiros preparados para

enfrentar as demandas de um mundo em constante transformação, considerando as múltiplas características e necessidades dos novos perfis de estudantes.

REFERÊNCIAS

ASEERI, Mohammed Moferh Yahya. Abstract Thinking of Practicum Students at Najran University in Light of Piaget's Theory and Its Relation to Their Academic Level. *Journal of Curriculum and Teaching*, v. 9, n. 1, p. 63-72, 2020. Disponível em: <https://eric.ed.gov/?id=EJ1248096>. Acesso em: 20 maio 2025.

BORGES, Karen Selbach; FAGUNDES, Léa da Cruz; MENEZES, Crediné Silva de. No contexto dos makerspaces educacionais. Anais dos Workshops do VIII Congresso Brasileiro de Informática na Educação (WCBIE 2019), Porto Alegre, RS, p. 971-978, 2019. Disponível em: <http://milanesa.ime.usp.br/rbie/index.php/wcbie/article/viewFile/9047/6591>. Acesso em: 21 maio 2025.

BRASIL ESCOLA. A eficácia das provas operatórias como ferramenta para uma avaliação cognitiva. Monografias Brasil Escola, 2025. Disponível em: <https://monografias.brasile scola.uol.com.br/pedagogia/a-eficacia-das-provas-operatorias-como-ferramenta-para-uma-avaliacao-cognitiva.htm>. Acesso em: 22 maio 2025.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Superior. *Resolução nº 2 de 24 de abril de 2019*. Define as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2019. Disponível em: <https://abmes.org.br/arquivos/legislacoes/Resolucao-CNE-CES-002-2019-04-24.pdf>. Acesso em: 21 maio 2025.

FUJIMOTO, A. O. P.; MARTINS, R. A. Z. A lição de casa no processo ensino-aprendizagem: um estudo de caso em Itapevi/SP. *E-FACEQ: revista dos discentes da Faculdade Eça de Queirós*, São Paulo, v. 2, n. 2, ago. 2013. ISSN 2238-8605. Disponível em: <https://uniesp.edu.br/sites/biblioteca/revistas/20170427174611.pdf>. Acesso em: 22 maio 2025.

MAIA, Juliana de O.; JUNQUEIRA, Marianna M.; WARTHA, Edson José; SILVA, Erivanildo Lopes. Piaget, Ausubel, Vygotsky e a experimentação no ensino de Química. In: IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Girona, 2013. Disponível em https://www.academia.edu/126660926/Piaget_Ausubel_Vygotsky_e_a_experimental%C3%A7%C3%A3o_no_ensino_de_Qu%C3%ADmica. Acesso em: 21 maio 2025.

MARCONDES, J. C.; SILVA, A. C. Jean Piaget no ensino superior? O uso das atividades operatórias piagetianas nos últimos 50 anos. *Educação em Revista*, Curitiba, v. 38, e223201, 2022. Disponível em: http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2176-66812022000100201. Acesso em: 20 maio 2025.

MATTA, C. M. B.; LEBRÃO, M. L.; HELENO, M. Adaptação acadêmica e crenças de autoeficácia no ensino superior: estudo comparativo em três momentos de ensino na pandemia. *Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Superior*, v. 6, n. 1, p. 201-220,

2017. Disponível em: <https://maua.br/files/borges-matta-1670869110.pdf>. Acesso em: 20 maio 2025.

NOVAK, J. D.; CAÑAS, A. J. The theory underlying concept maps and how to construct and use them. Institute for Human and Machine Cognition, 2008. Disponível em: <https://cmap.ihmc.us/Publications/ResearchPapers/TheoryUnderlyingConceptMaps.pdf>. Acesso em: 26 maio 2025.

OLIVEIRA, A. C. C.; SANTOS, M. M. M.; SILVA, R. R. Um conjunto de diretrizes para a adaptação de avaliações de aprendizagem para alunos com necessidades educacionais especiais. *Revista Tecnologias na Educação*, v. 15, n. 1, p. 45-60, 2023. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rtr/article/download/17713/10262>. Acesso em: 26 maio 2025.

PIAGET, J. **A equilibração das estruturas cognitivas: problema central do desenvolvimento**. Rio de Janeiro: Zahar, 1975.

RIBEIRO, T. R. L. T. et al. Fatores psicológicos implicados na reprovação dos cursos de engenharia da Univasf. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PSICOLOGIA: CIÊNCIA E PROFISSÃO, 3., 2010, São Paulo. Anais [...]. São Paulo: Uninove; Memorial da América Latina, 2010.

PORTO, Luismar Marques. A evolução da engenharia Química: perspectivas e novos desafios. Departamento de Engenharia Química e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina. 2007. Disponível em: <https://sistemas.eel.usp.br/docentes/arquivos/1285870/45/EvolucaoDaEngQuimica-PerspecteNovosDesafios.pdf>. Acesso em: 26 maio 2025.

SÁ, Marilde Beatriz Zorzi; SANTIN FILHO, Ourides. Alguns aspectos da obra de Piaget e sua contribuição para o ensino de Química. *Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação*, Araraquara, v. 12, n. 1, p. 190-204, jan./abr. 2017. Disponível em: <https://periodicos.fclar.unesp.br/iberoamericana/article/view/8180>. Acesso em: 22 maio 2025. Acesso em: 21 maio 2025.

SANTOS, L. S.; PIVA, M. S.; SILVA, A. A. Ferramentas tecnológicas no ensino de Química: um estudo de revisão. *Diversitas Journal*, v. 7, n. 4, p. 2573-2590, 2022. Disponível em: https://diversitasjournal.com.br/diversitas_journal/article/view/2327. Acesso em: 26 maio 2025.

SHIBLEY JR., Ivan A.; MILAKOFSKY, Louis; BENDER, David S.; PATTERSON, Henry O. College Chemistry and Piaget: An Analysis of Gender Difference, Cognitive Abilities, and Achievement Measures Seventeen Years Apart. *Journal of Chemical Education*, v. 80, n. 5, p. 569-572, maio 2003.

SOUZA, Geida Maria; et al. Avaliação de desenvolvimento cognitivo de estudantes de engenharia numa perspectiva piagetiana. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA – COBENGE, 41., 2013, Gramado. Anais [...]. Gramado: ABENGE, 2013. Disponível em: https://turing.pro.br/anais/COBENGE-2013/pdf/117062_1.pdf. Acesso em: 20 maio 2025.

SOUZA, Natália Moreira de; WECHSLER, Amanda Muglia. Reflexões sobre a teoria piagetiana: o estágio operatório concreto. *Cadernos de Educação: Ensino e Sociedade*, Bebedouro-SP, v. 1, n. 1, p. 134-150, 2014. Disponível em: <https://unifafibe.com.br/revistasonline/arquivos/cadernodeeducacao/sumario/31/04042014074217.pdf>. Acesso em: 21 maio 2025.

SUZUKI, Lilian. Atuação psicopedagógica em contexto de educação formal. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2022. (Série Universitária). e-ISBN 978-85-396-3315-9 (ePub/2022). e-ISBN 978-85-396-3316-6 (PDF/2022).

TURNER, C. William; DEBREUIL, Lucien; FAST, John; BERESTIANSKY, John. Formal operational reasoning by chemistry students. *Journal of Chemical Education*, v. 56, n. 9, p. 599-600, 1979.

VALENÇA, Antonio Karlos Araújo. Metodologias ativas no ensino de engenharia: uma revisão bibliométrica. *Revista Produção Online*, Florianópolis, SC, v. 23, n. 2, e-4982, 2023. Disponível em <https://www.producaoonline.org.br/rpo/article/view/4982>. Acesso em: 22 maio 2025.

VISCA, J. **O diagnóstico operatório na prática psicopedagógica**. Parte 1. São José dos Campos: Pulso Editorial, 2008.

AVES do Amapá: banco de dados. Disponível em: <http://www.bdt.org/bdt/avifauna/aves>. Acesso em: 25 nov. 1998.

ZANCAN, L.; SAUERWEIN, L. As ferramentas tecnológicas de aprendizagem em matemática e o cálculo mental. *Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação*, v. 17, n. 1, 2022. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/riesup/article/download/8673460/32720/159362>. Acesso em: 26 maio 2025.

INVESTIGATING FORMAL THINKING IN CHEMICAL ENGINEERING STUDENTS BASED ON PIAGETIAN OPERATIONAL ACTIVITIES

Abstract: *This study investigates the development of formal operational thinking in Chemical Engineering students at UERJ, utilizing Piagetian operational tasks adapted to Analytical Chemistry contexts. Results reveal that while most students demonstrate proficiency in concrete operational reasoning, they face significant challenges with tasks requiring formal logical reasoning, such as proportionality and critical analysis. The findings highlight the need for pedagogical strategies that foster abstract and critical thinking skills, essential for preparing engineers capable of addressing complex problems in the field of Chemistry. Recommendations include the adoption of active learning methodologies and activities that promote cognitive development and student autonomy.*

Keywords: *formal thinking, chemical engineering, cognitive development, piagetian operational tasks, analytical chemistry.*

