

## **Atividades Operatórias Piagetianas aplicadas a sujeitos adultos: Possibilidades e limitações.**

### **Piagetian Operative Activities applied to adult subjects: Possibilities and limitations.**

**Renato Marcondes**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
[rmarcondes@alunos.utfpr.edu.br](mailto:rmarcondes@alunos.utfpr.edu.br)

**Sani de Carvalho Rutz da Silva**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
[sani@utfpr.edu.br](mailto:sani@utfpr.edu.br)

**Silvio Luiz Rutz da Silva**

Universidade Estadual do Paraná  
[rutz@uepg.br](mailto:rutz@uepg.br)

#### **Resumo**

O objetivo deste estudo é apresentar e analisar atividades operatórias piagetianas (AOP) piloto aplicadas a dois sujeitos adultos, bem como, discutir as possibilidades e limitações destas atividades quando aplicadas a este público. Tendo natureza qualitativa, as AOP foram aplicadas em dois sujeitos, um deles no 3º ano do curso de licenciatura em física, e o outro recém-formado também no curso de física, considerou-se o Método Clínico Crítico Piagetiano. As AOP aplicadas foram Oscilações do Pêndulo e as Operações de Exclusão, Conservação do Volume, Operações Combinatórias e Combinação de Corpos Coloridos e Incolores. A análise dos dados coletados ocorreu por meio da sua interpretação com base na Epistemologia Genética. Observa-se que é necessário que o entrevistador não somente conheça o público que irá aplicar as AOP, bem como as atividades que melhor se enquadram com os sujeitos, considerando seus conhecimentos prévios, sua formação e proximidade com o material utilizado.

**Palavras-chave:** Ensino Superior. Epistemologia Genética. Jean Piaget.

#### **Abstract**

The objective of this study is to present and analyze pilot Piagetian operative activities applied to two adult subjects and discussed the possibilities and limitations of these activities when applied to the public. Having a qualitative nature, the POPs were applied to two subjects, one in the 3rd year of an undergraduate physics course and the other recently graduated from an undergraduate physics course. The Piagetian Critical Clinical Method was considered. The AOP applied were Pendulum Oscillations and the Operations of Exclusion, Conservation of Volume, Combinatorial Operations, and Combination of Colored and Colorless Bodies. The

analysis of the collected data occurred through its interpretation based on Genetic Epistemology. It is observed that it is necessary that the interviewer not only knows the audience that will apply the AOP, as well as the activities that best fit with the subjects, considering their previous knowledge, training, and proximity to the material used.

**Keywords:** Higher Education. Genetic Epistemology. Jean Piaget.

## Introdução

O contexto do ensino superior é complexo, e apresenta aos estudantes diversas novas relações, muitas vezes não vivenciadas na educação básica, principalmente relacionadas à sua autonomia, integração acadêmica e social, estrutura universitária e processos de aprendizagem, o que leva os estudantes a necessidade de se reorganizarem cognitivamente para que consigam usufruir do ambiente universitário em sua totalidade.

No entanto, estudantes deste nível de ensino podem não apresentar as estruturas cognitivas necessárias a essa reorganização, o que acarreta diversas problemáticas, “tais como dificuldades na elaboração e interpretação de textos simples, dificuldades em ordenar idéias e refletir, dificuldade em produzir opinião e argumentar, problemas ortográficos” (SARAVALI, 2005, p. 116). Dentre as diversas teorias que possibilitam uma compreensão do desenvolvimento cognitivo e de como se relacionam com as dificuldades apresentadas por estudantes universitários, a Epistemologia Genética, de Jean Piaget, apresenta subsídios para este entendimento.

Nesta perspectiva, Donel (2015) aponta que estudantes de cursos de engenharia no Brasil não apresentam uma estrutura operatória formal totalmente desenvolvida, o que pode acarretar dificuldades de aprendizagem. Esse contexto, associado ao não domínio de conceitos e noções básicas de matemática, formam um cenário árduo aos estudantes investigados. A autora ainda destaca a necessidade de se considerar os aspectos do desenvolvimento cognitivo nos processos de ensino e aprendizagem. Wu, Li e Kong (2017) investigaram a associação entre Atividades Operatórias Piagetianas (AOP) e sinais de eletroencefalograma em estudantes universitários, apontando que homens apresentaram um padrão de ativação bilateral, enquanto mulheres ativaram significativamente o lado esquerdo.

Aseeri (2020) investigou docentes em formação inicial nas disciplinas de ciências, indicando que a grande maioria se apresenta em transição entre o estágio operatório concreto e o estágio operatório formal, seguido por sujeitos no estágio operatório concreto, e apenas 10% no estágio operatório formal. Este autor ainda indica a existência de uma relação estatisticamente relevante entre as médias acadêmicas dos participantes e a presença de uma estrutura do estágio operatório formal. A pesquisa de Aksu, Gedik e Konyalioglu (2021), investiga as condições do pensamento geométrico em docentes de matemática em formação inicial, com base na teoria piagetiana. Desenvolvida na Universidade da Turquia, os autores apontaram que nenhum dos investigados utilizou mecanismos do pensamento topológico para resolver as questões que compunham o instrumento de coleta de dados.

Asih, Mahdiannur e Aulia (2021), apresentam em sua pesquisa uma investigação acerca do raciocínio científico em estudantes de matemática, e como este raciocínio se relaciona com a capacidade abstrativa de fenômenos microscópicos. Os autores apontam que apenas 2 (dois) dos sujeitos investigados apresentavam um desenvolvimento cognitivo formal, a ausência de estruturas cognitivas formais pode implicar em dificuldades para se resolver questões

microscópicas, como por exemplo cálculos estequiométricos e identificação de reagentes limitantes.

Com base no contexto supracitado, é inegável a importância que a teoria piagetiana apresenta ao explicar processos do desenvolvimento cognitivo, e como este desenvolvimento está relacionado à aprendizagem de sujeitos adultos, principalmente porque muitos conteúdos abordados no ensino superior necessitam da presença de estruturas operatórias formais para que sejam compreendidos. As operações mentais realizadas no estágio operatório formal são mais complexas que as anteriores, possibilitando realizar operações por meio de hipóteses, lógica de proposições, coordenação de diferentes sistemas de referências, operações sobre operações, o que possibilita ao conhecimento ultrapassar o real (PIAGET, 2002). Estas estruturas complexas são utilizadas pelo conhecimento científico, pois, a construção destes conhecimentos exige uma compreensão de dados, leitura de mundo, interpretação científica muito mais acurada do que é possível em estágios anteriores.

Assim sendo, a questão que norteia este estudo faz parte de uma pesquisa maior (MARCONDES, 2020), e a partir desta, secciona-se o objetivo deste artigo, que é apresentar e analisar atividades operatórias piagetianas piloto aplicadas a dois sujeitos adultos, bem como, discutir as possibilidades e limitações destas atividades quando aplicadas a este público.

## **A Epistemologia Genética**

A Epistemologia Genética considera que a origem do conhecimento está na relação que se estabelece entre o sujeito e o objeto de estudo, uma relação dinâmica e em constante transformação (PIAGET, 2002). Esta forma de conceber a origem do conhecimento permitiu que Piaget fundamentasse o desenvolvimento cognitivo por meio dos estágios, que podem sofrer variação quanto à idade originalmente prevista, porém, sua ordem é imutável.

O primeiro estágio, Estágio Sensorio Motor, ocorre do momento do nascimento até aproximadamente 2 (dois) anos de idade, e caracteriza-se pela primitividade das estruturas cognitivas presentes no sujeito. Nesta faixa etária apresenta um dualismo, ou seja, não possui indícios da consciência do seu “eu” e tão pouco uma fronteira estável entre o mundo exterior e o seu mundo interior, pois sua estrutura cognitiva primitiva não comporta a presença de objetos permanentes, até este momento o único vínculo sujeito-objeto que possibilitaria a construção do conhecimento está nas ações primitivas desempenhadas como chupar, olhar e agarrar (PIAGET, 2002). Próximo aos dois anos de idade o sujeito começa a desempenhar ações coordenadas, e não apenas isoladas, o que permite que objetos adquiram permanência espaço-temporal ao sujeito. Este contexto possibilita o início da construção do sujeito capaz de realizar ações, e por consequência, produtor de conhecimento, fomentando o desenvolvimento cognitivo que dará suporte ao próximo estágio.

O estágio do pensamento pré-operatório caracteriza-se pelo surgimento dos primeiros instrumentos de interação cognitiva. Neste estágio também se desenvolve a linguagem, o jogo simbólico e a imagem mental, que estruturam um novo tipo de ação chamada de ação interiorizada e conceitualizada. Observa-se em um primeiro momento o desenvolvimento da identificação de diferentes classes pelos sujeitos, mesmo que ainda não conseguindo estabelecer relações entre elas, em um segundo momento ocorre a estruturação das funções constituintes, que são originadas do processo de descentração do sujeito. Apesar de todo o avanço cognitivo observado neste estágio, ele ainda apresenta uma falta de reversibilidade.

O estágio seguinte é o das operações concretas, ocorrendo a partir dos 7-8 anos de idade



aproximadamente, é um momento decisivo no processo de construção dos conhecimentos dos sujeitos, pois, neste estágio as ações conceitualizadas que se iniciaram no estágio anterior passam a caracterizar-se como operações, o que possibilita a realização de transformações reversíveis. Outro avanço que ocorre neste estágio é o equilíbrio geral das operações concretas, que da origem as ações infralógicas ou espaciais (PIAGET, 2002).

O estágio das operações formais, que se inicia a partir dos 11-12 anos de idade, é marcado pelo desenvolvimento de operações mais complexas como as hipóteses, que deixam de atuar apenas de forma concreta (com mediação de objetos), outro avanço são as operações dedutivas, que passam a ser interproposicionais. As operações realizadas por meio de hipóteses passam a ocorrer por lógica de preposições, relações entre relações (proporção, distributividades, etc), coordenação por mais de um sistema de referência, entre outros, ou seja, de forma mais complexa do que observada em estágios anteriores.

As características apresentadas possibilitam compreender como o estágio das operações formais se aproxima do pensamento científico, pois, com a possibilidade de realizar “operações sobre operações”, o sujeito é capaz, por exemplo, de realizar a leitura de dados experimentais em maior quantidade, fato necessário para a compreensão da estrutura científica presente no ensino superior.

## Metodologia

Este estudo apresenta natureza qualitativa, pois segundo Richardson *et al* (2012), uma pesquisa que busca responder a uma problemática de natureza social, descrevendo a complexidade de relações entre grupos sociais com maior nível de profundidade, compreendendo assim as particularidades dos sujeitos envolvidos, com instrumentos que possibilitem tais investigações, são qualitativas.

Este estudo apresenta parte da pesquisa de mestrado já concluída do primeiro autor (cadastrada e aprovada na Plataforma Brasil sob o número CAAE 00000000000000), sendo a aplicação piloto das AOP em adultos, pois, dada a natureza dos sujeitos investigados observou-se a necessidade de realizar adaptações sobre os instrumentos de coleta de dados, e que são apresentadas e discutidas neste artigo.

A coleta de dados foi realizada em dois sujeitos, um deles no 3º (terceiro) ano do curso de licenciatura em física na Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), Paraná - Brasil, e o outro recém-formado também no curso de física, porém na Universidade Federal do Paraná (UFPR), Paraná - Brasil. A coleta de dados ocorreu no dia 29 de novembro de 2019, nas dependências da Universidade Estadual de Ponta Grossa – Paraná, Brasil. Os sujeitos investigados foram denominados de Sujeito 01 (S1) e Sujeito 02 (S2), visando preservar o anonimato. O S1 teve a entrevista gravada apenas em vídeo, enquanto o S2 teve a entrevista gravada em vídeo e em áudio, utilizou-se o conjunto de regras para normatizar a transcrição das falas de Rosa (2013).

A coleta de dados piloto considerou o Método Clínico Crítico Piagetiano, “que consiste em uma forma de obter dados em interação direta com o sujeito” (DELVAL, 2002, p. 35), buscando fornecer situações aonde o sujeito investigado revele os percursos que o levaram a dar uma determinada resposta ou solução ao problema proposto.

O pesquisador não se limita a observar o que acontece [...] mas modifica as condições para comprovar o que ocorre, manipula alguma variável prevendo

que os resultados irão em uma determina direção. (DELVAL, 2002, p. 45).

No contexto do Método Clínico Crítico Piagetiano as AOP aplicadas foram as de Oscilações do Pêndulo e as Operações de Exclusão (FERMIANO, 2000), Conservação do Volume (FERMIANO, 2000), Operações Combinatórias (FERMIANO, 2000), e Combinação de Corpos Coloridos e Incolores (INHELDER; PIAGET, 1976). A análise dos dados coletados ocorreu por meio da sua interpretação com base na Epistemologia Genética.

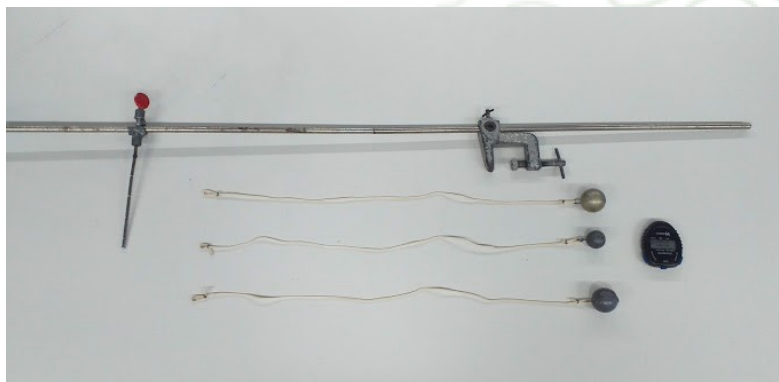
## Resultados e Discussões

Para facilitar a análise e compreensão dos resultados encontrados, será apresentada cada uma das AOP realizadas seguido das respostas de ambos os sujeitos e as possibilidades e limitações encontradas em cada uma.

O S1 apresentava na data da entrevista 23 anos e 7 meses, sua entrevista durou aproximadamente 45 minutos, e atuava como docente no ensino fundamental séries finais e no ensino médio. O S2 apresentava na data da entrevista 48 anos e 10 meses, sua entrevista durou aproximadamente 47 minutos, e atuava como docente no ensino médio.

A AOP de oscilações do pêndulo e as operações de exclusão (FERMIANO, 2000) consiste em uma haste de metal fixável em uma mesa que atua como um suporte, três esferas com pesos diferentes e cada uma presa a um barbante e um cronômetro (Figura 1).

**Figura 1:** AOP de oscilação do pêndulo e as operações de exclusão.



Fonte: Acervo do autor (2019).

Esta atividade apresenta as seguintes variáveis: peso; impulso dado pelo sujeito; comprimento do barbante; e altura de lançamento. Possibilitando avaliar se o sujeito identifica o fator que causa a oscilação do pêndulo, bem como a exclusão ou dissociação de fatores inoperantes. A atividade consiste primeiramente em marcar quantas oscilações de um dos pêndulos ocorre em um período de tempo determinado, após propõe-se ao sujeito que encontre uma forma de aumentar ou diminuir o número de oscilações do pêndulo no mesmo período de tempo, alterando as variáveis disponíveis no sistema.

A categorização utilizada para esta AOP foi baseada na pesquisa de Fermiano (2000), sendo elas: **Não diferenciação entre as ações do sujeito e os movimentos do pêndulo:** constituído pelo Nível I. **Seriações e correspondências sem dissociação de fatores:** constituído pelo Nível IIA e Nível IIB. **Nível formal inferior:** Transição IIB para IIIA. **Dissociação possível, mas não espontânea:** constituído pelo Nível IIIA. **Transição IIIA para IIIB:** Caracterizado pela

transição entre níveis. **A dissociação dos fatores e a exclusão dos fatores inoperantes:** constituído pelo Nível IIIB.

Esta atividade é um dos principais motivos que deu origem ao estudo aqui apresentado, pois, entre diversos fatores que influenciam na aplicação das AOP em adultos, o conhecimento prévio destes sujeitos é, talvez, um dos fatores que merecem destaque. No caso dos sujeitos investigados nestes testes pilotos, o S1 estava no terceiro ano do curso de física e o S2 já havia concluído o curso, observou-se que as emendas de ambas as graduações apresentavam atividades práticas que se assemelhavam com esta AOP, não com o intuito de se investigar os percursos cognitivos utilizados pelos alunos, mas ainda assim, interferindo no resultado, como se observa no diálogo entre o entrevistador e o S1 (Quadro 1).

**Quadro 1:** Diálogo sobre a AOP.

**A:** agora a segunda atividade operatória a gente vai usar... esse suporte  
*B:* suporte universal  
**A:** isso... do pêndulo que você já conhece... provavelmente você já fez o teste do pêndulo... no curso né?  
*B:* já  
**A:** já... né  
*B:* já fiz o experimento  
**A:** você poderia me descrever como vocês faziam ele?  
*B:* a gente utilizava também o suporte universal e calculava o período... a gente fazia dez oscilações calculava o tempo dividia por dez nesse tempo e era o período do pêndulo... e aí a gente modificou o sistema com comprimento maior com uma massa diferente... e é isso... e a gente deduziu a equação do período de pêndulo ( $T = 2\pi\sqrt{L/g}$ ) e batia com o gráfico... acho que era  $T^2/L$  que dava uma reta  
**A:** entendi... e qual era o objetivo da atividade?  
*B:* o objetivo da atividade era assim... que eu lembro assim... não foi muito... de construir conceito assim foi mais calcular o período do pêndulo... e foi isso que a gente fez... tipo... uma habilidade mais operatória assim... de manusear instrumentos... acho que esse era o objetivo principal  
**A:** e você saberia me dizer... quais os fatores que influenciam na oscilação do pêndulo?  
*B:* é... ((pensativo)) o ângulo...  
**A:** na frequência?  
*B:* na frequência? ah... na frequência  
**A:** em função do tempo  
*B:* aham é... o comprimento do fio... e a aceleração da gravidade e o local onde você está fazendo... é isso aí que influencia  
**A:** ótimo

Fonte: Dados da Pesquisa (2019).

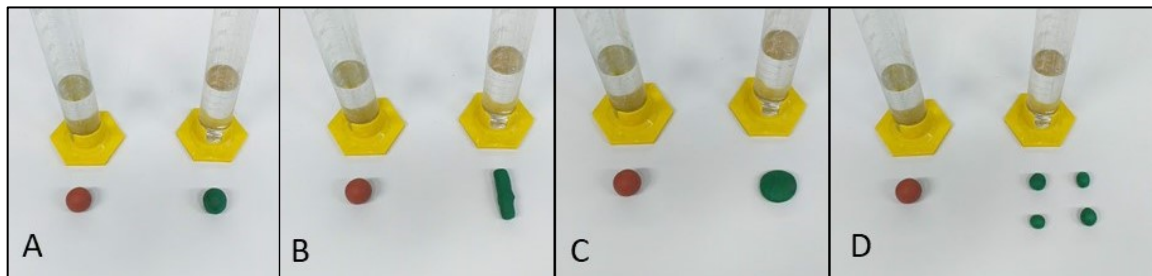
Notas: As frases iniciadas em “A” referem-se ao entrevistador, e as iniciadas em “B” referem-se ao sujeito 1.

Este fato se repete para o S2, o que fez com que os pesquisadores retirassem esta AOP da aplicação final da pesquisa, pois grande parte dos sujeitos que seriam investigados cursavam graduação em física, e como é observado no Quadro 1, esta atividade não permite, de um ponto de vista Piagetiano, que o entrevistador investigue de fato o percurso cognitivo que o sujeito realiza para chegar à constatação que o comprimento do barbante é a variável responsável pela variação no número de oscilações.

A AOP de conservação do volume (FERMIANO, 2000) consiste em duas provetas contendo a mesma quantidade água e duas massas de modelar de cores diferentes contendo a mesma quantidade. As massas de modelar inicialmente apresentam o formato esférico, e ao decorrer da atividade uma delas sofre alteração para cilindro, pizza e quatro esferas menores (Figura 2 – A, B, C, D respectivamente). A vantagem da realização desta atividade com os sujeitos investigados está no conhecimento prévio que estes apresentam sobre o material utilizado, principalmente a proveta. O que facilita a não distração em função dos itens utilizados.



**Figura 2:** AOP de conversação do volume



Fonte: Acervo do autor.

Esta atividade possibilita que se investigue a noção de conservação do volume, sendo uma noção que se manifesta após a da substância e a do peso. Como cada uma destas noções apresentam linhas de evoluções distintas, possibilitam que sejam investigadas e identificadas nesta atividade.

Os sujeitos foram categorizados com base nas categorias apresentadas por Fermiano (2000), sendo elas: **Estágio pré-operatório:** constituído pelo Nível I. **Início do operatório concreto:** constituído pelo Nível IIA. **Operatório concreto:** constituído pelo Nível IIB. **Início do operatório formal:** constituído pelo Nível IIIA. **Operatório formal:** constituído pelo Nível IIIB. Sobre esta atividade, observa-se que tanto o S1 quanto o S2, apresentaram uma estrutura de resposta condizente com Nível IIIB, como evidencia-se no Quadro 2.

**Quadro 2:** Diálogo sobre a AOP.

Sujeito 1	Sujeito 2
<p><b>A: vai subir igual?</b>  <i>B: vai subir igual</i>  <b>A: por quê?</b>  <i>B: porque não alterou... o sistema aqui... na quantidade de massa</i>  <b>A: isso acontece para todas as mudanças de formas?</b>  <i>B: sim... se quiser fazer uma estrela... se quiser fazer uma... assim na verdade... desde que... desde que a... seja menor do que o (volume) da água aqui... porque se sobrar... massinha de modelar para cima... ((indicando na proveta))</i>  <b>A: fora da água</b>  <i>B: é ele vai subir menos</i>  <b>A: entendi</b>  <i>B: tipo a mesma coisa... eu não sei se... se você está em uma piscina... e põem corpo inteiro... sobe mais... se você fica só com a barriga... com o quadril para baixo... sobe menos... ((indicando com o corpo))</i>  <b>A: entendi... isso vale no caso se eu fizesse quatro bolinhas pequenas com essa... deslocaria a mesma quantidade de água dessa aqui? ((apontando para a esfera A))</b>  <i>B: sim</i>  <b>A: não mudaria?</b>  <i>B: não</i></p>	<p><b>A: tá... e se eu colocasse a esfera A dentro da proveta o que você acha que vai acontecer?</b>  <i>B: vai subir o nível</i>            [...]  <b>A: tá... e se eu fizer o mesmo procedimento com a bolinha B?</b>  <i>B: vai aumentar a mesma coisa</i>            [...]  <b>A: agora... é... se eu pegar então... vou pedir para você fazer um cilindro com essa bolinha B</b>            [...]  <b>A: e se eu colocar esse cilindro... agora na proveta?</b>  <i>B: hum ((pensativo))</i>  <i>B: mesma coisa</i>  <b>A: mesma coisa?</b>  <i>B: mesma coisa... porque eu não mudei a... ..</i>  <i>B: hum ((tom de dúvida/pensativo))</i>  <i>B: eu não mudei a massa né?</i>            [...]  <b>A: tá... então agora a gente vai fazer mais uma... modificação...</b>            [...]  <i>B: daí não vai mudar nada... eu to considerando que a quantidade de matéria e densidade são as mesmas</i>            [...]  <b>A: você consegue me dizer o que aconteceria a partir do momento que a coloca essas quatro esferas aqui dentro?</b></p>

	<i>B: eu acho que ficaria a mesma... ficaria o mesmo deslocamento também</i>
--	--

Fonte: Dados da Pesquisa (2019).

Notas: As frases iniciadas em “A” referem-se ao entrevistador, e as iniciadas em “B” referem-se ao entrevistado.

A estrutura cognitiva representada no diálogo supracitado corrobora para compreender que estes sujeitos são capazes de comportar relações de conservações entre diferentes elementos, caracterizando um sistema fechado de estruturas e a transitividade. Elementos cognitivos do estágio operatório formal, como supracitado, são fundamentais para a compreensão da estrutura do conhecimento científico apresentado no ensino superior e, como foram apresentados aqui, estes sujeitos, para esta atividade, possuem tais estruturas.

Esta atividade se mostrou adequada para investigar o conjunto de sujeitos que foram pesquisados na coleta final dos dados da pesquisa de mestrado. Poucas alterações foram necessárias, principalmente voltadas ao próprio entrevistador.

A AOP de operações combinatórias (FERMIANO, 2000), consiste na utilização de cartões de cores diferentes (Figura 3) para investigar como o sujeito acha diferentes permutações possíveis. A atividade se deu por meio da disponibilização de três cartões de cores diferentes para o sujeito, e solicitou-se que o mesmo indicasse quantos pares eram possíveis de se formar sem repetir as cores, e quantas cartas seriam utilizadas para fazer todos os pares, os sujeitos poderiam pegar mais cartas das mesmas cores nesse momento. Após, solicitou-se a resolução da mesma problemática com quatro, cinco e seis cores. A partir da solicitação da combinação para seis cores, os sujeitos não tinham mais cartões disponíveis com cores diferentes, sendo então solicitada a combinação para 7, 100 e 150 cores diferentes.

**Figura 3:** AOP de operações combinatórias



Fonte: Acervo do autor.

A categorização dos sujeitos nesta atividade foi baseada na pesquisa de Fermiano (2000), sendo elas: Nível I, Nível IIB, Transição do Nível IIB para IIIA, Nível IIIA, e Nível IIIB. Para esta atividade, o S1 encontra-se no Nível IIIA, pois apesar de realizar todas as combinações solicitadas, o seu sistema apresentou uma certa limitação, o que gerou resultados equivocados. Este sujeito já iniciou a atividade aplicando uma fórmula previamente estudada na graduação, utilizando-a em todos os casos, não possibilitando a construção de um sistema de permuta a partir do material físico concreto. O que acarretou uma sequência de equívocos em todas as combinações solicitadas. Assim como o S1, o S2 estabeleceu um modo de realizar as combinações, porém, apresentando limitações ao seu processo. O S2, ao contrário do S1, realizou todas as combinações com os cartões físicos, e somente depois tentou extrair uma forma de sistematizar o processo, para resolver as questões abstratas para 7, 100 e 150 cores.



**Quadro 3:** Diálogo sobre a AOP.

Sujeito 1	Sujeito 2
<p><b>A:</b> então... como que você resolveu?</p> <p><i>B:</i> primeiro ((risos)) eu visualizei as fichas... num modelo mais simples... certo?</p> <p><i>B:</i> depois eu... eu já tinha montado a equação geral para encontrar o número de pares... para encontrar o número de pares... isso... aí para encontrar o número de cores nessa quantidade de pares... quantidade de cartões né... eu fiz esse esquema aqui... e aí... na segunda situação eu utilizei o que eu já tinha registrado da situação anterior porque daí é continuidade... e eu acho que a quantidade de fichas é <math>n</math> menos um</p> <p><b>A:</b> então você deduziu a fórmula...</p>	<p><b>A:</b> você consegue deduzir alguma maneira de prever a partir daí?</p> <p><i>B:</i> pois é...isso que eu estava tentando... porque eu sei que tem a formulazinha... só que a minha formulazinha lá no fatorial... se fosse aqui... são sete... sete fatorial... mas é o que eu estou fazendo... hum ((pensativo)) se fosse sete fatorial seria seis cinco quatro três dois um... NÃO mas aí seria multiplicação e daí um outro... é ((pensativo)) uma formulazinha?... é ((pensativo))... seria... .. um somatório de um até <math>n</math> menos um... .. de <math>i</math>... o <math>i</math> igual um até <math>n</math> menos um... que daria...ISSO ((apresenta a fórmula)) seria uma formulazinha assim... somatória de <math>i</math> igual um até <math>n</math> menos um... somatória de <math>i</math></p>

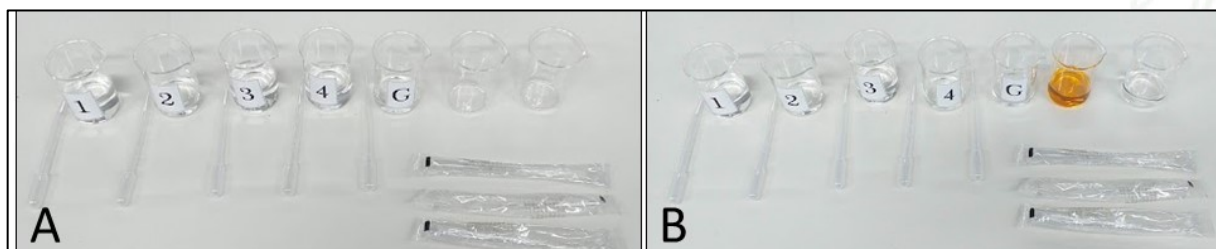
Fonte: Dados da Pesquisa (2019).

Notas: As frases iniciadas em “A” referem-se ao entrevistador, e as iniciadas em “B” referem-se ao entrevistado.

O fator que merece destaque nesta atividade está na dificuldade que os participantes apresentaram em sistematizar os processos de combinação sem a utilização de fórmulas previamente decoradas, ou seja, em certa medida, dificultou-se compreender os caminhos que os pensamentos dos sujeitos estavam tomando, pois estavam por vezes “mascarados” por uma aprendizagem mecanizada, onde a aplicação da fórmula ocorreu de forma automática e errônea. Sendo que o S2 se aproximou mais de uma sistematização ante a fórmula aprendida. Este cenário permite apontar que é necessário que o entrevistador se prepare para além de investigar os processos mentais envolvidos na resolução das atividades, mas também esteja preparado para esquivar a atividade de uma resolução mecanizada, que possa interferir no resultado. Fato que pode ocorrer ao se aplicar as AOP com este público em específico.

A última AOP aplicada foi a combinação de corpos coloridos e incolores (INHELDER; PIAGET, 1976). Esta atividade é formada por um conjunto de béqueres contendo líquidos incolores e inodoros, identificados da seguinte forma: 1 (Ácido Sulfúrico diluído); 2 (Água); 3 (Água oxigenada); 4 (Tiosulfato); e G (Iodeto de Potássio), além de pipetas de Pasteur descartáveis (Figura 4 – A). Esta AOP consiste em misturar previamente em um frasco vazio as substâncias 1, 3, e somente na presença do sujeito entrevistado adicionar a substância G, obtendo-se uma substância de cor amarela (Figura 4 –B), qual o sujeito deverá reproduzir. Cabe destacar que a substância no béquer 4 causa a descoloração da mistura.

**Figura 4:** AOP de combinação de corpos coloridos



Fonte: Acervo do autor.

Esta AOP proporciona ao entrevistador investigar as operações lógicas de proposição, ou seja,



das estruturas formais do pensamento. Os critérios de avaliação adotados nesta atividade foram os da obra de Inhelder e Piaget (1976), sendo elas: Estágio I, Subestágio IIA, Subestágio IIB, Subestágio IIIA, Subestágio IIIB. Para esta AOP observou-se que o S1 explorou as possibilidades de combinação, partindo das mais simples (1 x g; 2 x g; 3 x g ...) para as mais complexas (3 x 2 x g ...), até obter o resultado desejado. Porém, este sujeito, apesar de alcançar a cor final não apresentou uma total sistematização do processo, pois não foi capaz de identificar que a coloração era resultado apenas das combinações entre as substâncias 1, 3 e G, mesmo com as indagações do entrevistador, como observa-se no Quadro 4. Por essas características, o S1 melhor enquadra-se no subestágio IIB. O S2 apresentou uma combinação sistemática para encontrar a coloração, de tal modo que identificou inicialmente que a cor não poderia ser formada por duas substâncias, logo passando para a combinação de 3 elementos, de forma sistemática, caracterizando-se no subestágio IIIA.

**Quadro 4:** Diálogo sobre a AOP.

Sujeito 1	Sujeito 2
<p><i>B: então aqui eu tinha feito... o três com o dois... então vou testar o um aqui... ((testando)) Opa! ((risos)) ACHO que deu certo... hein</i></p> <p><b>A: esse é o?</b></p> <p><i>B: o três o dois e o um. Ele demora um pouquinho</i></p> <p><b>A: você vai vendo que ele vai ficando mais escuro</b></p> <p><i>B: esse é o três o dois e o um</i></p> <p><b>A: uhum</b></p> <p><i>B: é... é isso aí né</i></p> <p><b>A: O três o dois e o um</b></p> <p><i>B: O três... o dois... e o um</i></p> <p><b>A: agora você poderia fazer essa combinação com...</b></p> <p><i>B: outra?</i></p> <p><b>A: não não... Você poderia diminuir a quantidade de constituintes?</b></p> <p><i>B: aqui? ((mostrando o tubo))</i></p> <p><b>A: É! Para chegar nessa cor... você usou três?</b></p> <p><i>B: três o dois e o um</i></p> <p><b>A: e o g que é o que dá a cor</b></p> <p><i>B: sim</i></p> <p><b>A: três dois e um... você poderia diminuir?</b></p> <p><i>B: não sei ((pensativo)) é... porque pode ser líquido... sei lá... talvez sei lá... o número quatro</i></p> <p><b>A: o que? ó... um dois e três! Você usou três...</b></p> <p><i>B: pois é... o quatro pode ser sei lá... a mistura do dois e do um né? Tipo...</i></p> <p><b>A: Não... são substâncias unitárias</b></p> <p><i>B: ((pensativo)) ah tá... ah então não tem como... então por exemplo...</i></p> <p><b>A: a combinação para essa cor são três?</b></p> <p><i>B: é... tipo... eu acho que não tem como porque eu precisei das três e como eles são unitários... tipo... um é... não tem combinação... por exemplo... a quatro não é combinação da dois e dá um... então não tem como eu diminuir a quantidade de recipientes para fazer a combinação</i></p>	<p><i>B: então eu experimentei com cada um e não deu</i></p> <p><b>A: uhum</b></p> <p><i>B: daí talvez passou pela minha cabeça que... para atingir isso daqui ((apontando para o béquer colorido)) só com duas misturas não atingia... talvez três</i></p> <p><b>A: uhum</b></p> <p><i>B: então daí eu peguei o um e coloquei no dois e g</i></p> <p><b>A: tá...</b></p> <p><i>B: sim ((empolgação/risos)) um três e g</i></p>

Fonte: Dados da Pesquisa (2019).

Notas: As frases iniciadas em “A” referem-se ao entrevistador, e as iniciadas em “B” referem-se ao entrevistado.

Para esta atividade destaca-se, assim como na AOP de conservação do volume, que o conhecimento prévio dos sujeitos sobre os materiais utilizados é uma vantagem frente a não distração dos mesmos em função dos itens utilizados. Porém, adverte-se para a fácil contaminação dos recipientes, o que pode causar um falso resultado positivo e interferir na análise dos processos cognitivos desempenhados pelos sujeitos para esta atividade.

Cabe destacar que o objetivo deste estudo não era de levantar inferências sobre o desenvolvimento cognitivo em si dos sujeitos analisados, embora as discussões tenham permeado estes aspectos, mas sim, compreender as possibilidades e limitações das AOP, visando facilitar aplicações futuras para outros pesquisadores da área. A completa análise dos aspectos cognitivos e seu impacto no processo de ensino e aprendizagem no ensino superior podem ser encontradas na dissertação de Marcondes (2020).

## Conclusões

O uso das AOP é de extrema importância para a investigação dos processos cognitivos de sujeitos em diversas idades, e com destaque neste estudo para os sujeitos adultos, como é evidenciado na literatura nacional e internacional (DONEL, 2015; WU; LI; KONG, 2017; ASEERI, 2020; MARCONDES, 2020; AKSU; GEDIK; KONYALIOGLU, 2021; ASIH; MAHDIANNUR; AULIA, 2021).

Sendo necessário que o entrevistador não somente conheça o público que irá aplicar as AOP, bem como as atividades que melhor se enquadram com os sujeitos, considerando seus conhecimentos prévios, sua formação e proximidade com o material utilizado. E é nesta perspectiva que este trabalho buscou apresentar brevemente algumas possibilidades e limitações de algumas AOP aplicadas em sujeitos da área da física, e que serviram de alicerce para a aplicação final na pesquisa de mestrado do primeiro autor (MARCONDES, 2020).

Destaca-se também que alguns questionamentos aqui evidenciados possivelmente não seriam encontrados em sujeitos mais jovens, como por exemplo, relacionado as concentrações dos reagentes utilizados.

Espera-se que as discussões aqui apresentadas possibilitem e facilitem as aplicações de AOP em graduandos das áreas das ciências exatas, prevendo algumas dificuldades que podem ser encontradas, e fomentando o aperfeiçoamento das investigações acerca do desenvolvimento cognitivo deste público. As aplicações completas, com as adequações realizadas após a aplicação piloto aqui apresentada, podem ser encontradas na dissertação do primeiro autor (MARCONDES, 2020).

## Agradecimentos e apoios

O presente trabalho foi realizado com apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico e da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

## Referências

AKSU, Z.; GEDIK, S. D.; KONYALIOGLU, A. C. Mathematics teacher candidates' approaches to using topology in geometry. **School Science and Mathematics**, v. 121, ed. 4,



p. 192-200, Apr. 2021. DOI <https://doi-org.ez48.periodicos.capes.gov.br/10.1111/ssm.12464>. Acesso em: 07 out. 2022.

ASEERI, M. M. Y. 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**, Ontario, v. 9, n. 1, p. 63-72, Feb. 2020. DOI <https://doi.org/10.5430/jct.v9n1p63>. Acesso em: 06 out. 2022.

ASIH, F. E.; MAHDIANNUR, M. A.; AULIA, E. V. Analysis of Undergraduate Mathematic Students' Understanding on Microscopic Representation of General Chemistry Lecture based on their Scientific Reasoning Ability. **Journal of Physics: Conference Series**, v. 1747, issue 1, fev. 2021. Disponível em: <https://iopscience-iop.ez48.periodicos.capes.gov.br/article/10.1088/1742-6596/1747/1/012036>. Acesso em: 07 out. 2022.

DELVAL, J. **Introdução à prática do método clínico: Descobrimo o pensamento das crianças**. Tradução de Fátima Murad. Porto Alegre: Artmed, 2002.

DONEL, M. L. H. **Dificuldades de aprendizagem em cálculo e a relação com o raciocínio lógico formal: uma análise no ensino superior**. 2015. 179 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Filosofia e Ciências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Marília, 2015. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/124483>. Acesso em: 06 out. 2022.

FERMIANO, M. A. B. **Nível cognitivo de alunos do curso de magistério**. 2000. 153 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação, Campinas, 2000. DOI <https://doi.org/10.47749/T/UNICAMP.2000.205473>. Acesso em: 07 out. 2022.

INHELDER, B.; PIAGET, J. **Da lógica da criança à lógica do adolescente: ensaio sobre a construção das estruturas operatórias formais**. Tradução de Dante Moreira Leite. São Paulo: Pioneira, 1976.

MARCONDES, R. **O desenvolvimento cognitivo em adultos: um estudo de caso com licenciandos de física e química**. 2020. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2020. Disponível em: <http://tede2.uepg.br/jspui/handle/prefix/3331>. Acesso em: 13 nov. 2022.

PIAGET, J. **Epistemologia Genética**. Tradução de Álvaro Cabral. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2002. 123 p.

RICHARDSON, R. J. et al. **Pesquisa Social: Métodos e técnicas**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

ROSA, P. R. S. **Uma introdução à pesquisa qualitativa em ensino de ciências**, Campo Grande, 2013.

SARAVALI, E. G. Dificuldades de aprendizagem no ensino superior: Reflexões a partir da perspectiva piagetiana. **Educação Temática Digital**, Campinas, v. 6, n. 2, p. 99-127, jun. 2005. DOI <https://doi.org/10.20396/etd.v6i2.777>. Acesso em: 06 out. 2022.

WU, S.; LI, Y.; KONG, M. Sex and ability differences in neural strategy for Piaget's water level test: an EEG study. **Perceptual and Motor Skills**, [s. l], v. 124, n. 2, p. 351-365, 2017. DOI <https://psycnet.apa.org/doi/10.1177/0031512516687902>. Acesso em: 06 out. 2022.