



Arquitetura Pedagógica para Aprendizagem em Rede e Abstração Reflexionante no Ensino de Combinatória: O Jogo da Senha como Objeto-de-Pensar-Com

Miriam Garcia Müller- PPGIE - UFRGS - miriam.muller@canoasedu.rs.gov.br - <https://orcid.org/0000-0002-9885-4578>,

Crediné Silva de Menezes - PPGIE - UFRGS - RS - Brazil - credine@gmail.com - <https://orcid.org/0000-0002-2709-7135>

Resumo. Este artigo apresenta os resultados de uma pesquisa qualitativa que investigou os efeitos de uma Arquitetura Pedagógica para Aprendizagem em Rede (APAR), concebida para favorecer a construção do conhecimento e apoiar o desenvolvimento do raciocínio combinatório em estudantes do 8º ano do Ensino Fundamental. A proposta foi implementada em ambiente virtual (Moodle) e estruturada em torno de três eixos: um jogo digital adaptado (Jogo da Senha), registros multimodais e momentos de cooperação. Fundamentada nos princípios das AP e na perspectiva dos objetos-de-pensar-com de Papert, a metodologia adotada foi a do Experimento de Ensino, com desafios combinatórios de complexidade progressiva mediados por tecnologias digitais. Os resultados indicam que a proposta favoreceu a abstração reflexionante, a reorganização de estratégias e a tomada de consciência. Além dos avanços conceituais em Análise Combinatória, observaram-se indícios de desenvolvimento de competências como escuta, argumentação, metacognição e cooperação.

Palavras-chave: Arquitetura Pedagógica; Análise Combinatória; Objetos-de-Pensar-Com; Jogo da Senha; Tecnologias Digitais na Educação.

Pedagogical Architecture and Reflexive Abstraction in Combinatorics Education: The Password Game as an Object-to-Think-With

Abstract. This article presents the results of a qualitative study that investigated the effects of a Pedagogical Architecture for Networked Learning (PAPL), designed to support knowledge construction and foster the development of combinatorial reasoning among 8th-grade students in Brazilian middle school. The proposal was implemented in a virtual learning environment (Moodle) and structured around three interconnected components: an adapted digital game (Jogo da Senha), multimodal records, and moments of cooperation. Grounded in the principles of PAs and in Papert's perspective of objects-to-think-with, the adopted methodology was the Teaching Experiment, with progressively complex combinatorial challenges mediated by digital technologies. The results indicate that the proposal facilitated reflective abstraction, reorganization of strategies, and increased awareness. In addition to conceptual advances in Combinatorics, signs of development in skills such as listening, argumentation, metacognition, and cooperation were observed.

Keywords. Pedagogical Architecture; Combinatorics; Objects-to-Think-With; Password Game; Digital Technologies in Education.

1. Introdução

A Matemática, enquanto linguagem formal e simbólica, constitui um importante instrumento para a modelagem e a interpretação da realidade. No entanto, sua presença no contexto escolar ainda é, com frequência, marcada por práticas cristalizadas de ensino — centradas na repetição



e na busca por respostas únicas — em detrimento de propostas investigativas e do desenvolvimento do pensamento. Esse cenário torna-se especialmente evidente no ensino de Análise Combinatória, conteúdo que, frequentemente, é abordado por meio da aplicação de fórmulas, desvinculado de contextos que demandem raciocínio, argumentação e tomada de decisão.

À luz da Epistemologia Genética (Piaget, 1995, 2002), compreende-se a aprendizagem matemática como um processo ativo de reorganização de esquemas de pensamento, favorecido por situações de desequilíbrio e abstração reflexionante. Sob essa perspectiva, o ensino deve envolver o estudante em experiências que exijam construção, comparação e reestruturação de estratégias. As contribuições da pedagogia freiriana (Freire, 1996) reforçam a necessidade de um ensino que promova a escuta, a problematização e a mediação dialógica, reconhecendo o erro como etapa do processo de pensar.

Neste contexto, as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs), quando articuladas a uma intencionalidade pedagógica bem definida, podem assumir papel mediador na organização de experiências de aprendizagem mais contextualizadas. É nesse horizonte que emergem as Arquiteturas Pedagógicas (AP), conforme Carvalho, Nevado e Menezes (2005), entendidas como suportes estruturantes que integram concepções epistemológicas, estratégias pedagógicas e recursos tecnológicos, favorecendo ambientes formativos capazes de sustentar processos de investigação e cooperação entre estudantes.

Este artigo apresenta e analisa uma Arquitetura Pedagógica para Aprendizagem em Rede (APAR), desenvolvida para apoiar as aprendizagens de Análise Combinatória nos anos finais do Ensino Fundamental (EF). A proposta foi implementada em um Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA), o *Moodle*, e estruturada em torno de três eixos: um jogo digital — o “Jogo da Senha” —, registros multimodais e momentos estruturados de cooperação. O objetivo é favorecer o desenvolvimento do raciocínio combinatório e promover a reorganização reflexionante de conceitos.

2. Epistemologia Genética e o Desenvolvimento do Pensamento Matemático

A Epistemologia Genética compreende o conhecimento como resultado de um processo de construção, no qual o sujeito reorganiza seus esquemas mentais a partir da interação com os objetos do meio, por meio do processo de equilíbrio (Piaget, 2002). Nesse contexto, a abstração reflexionante desempenha papel central, ao possibilitar a interiorização das ações e a coordenação de estruturas cognitivas progressivamente mais complexas.

A abstração reflexionante, conforme Piaget (1995), é um processo cognitivo pelo qual o sujeito extrai propriedades das coordenações de suas próprias ações e as projeta para um plano superior, no qual são reorganizadas mentalmente. Trata-se de uma forma de construção do conhecimento que não se apoia nas características observáveis dos objetos — como na abstração empírica —, mas nas operações realizadas pelo próprio sujeito.

Esse processo compreende dois momentos interdependentes: o reflexionamento, que consiste na elevação das coordenações a um novo patamar de consciência; e a reflexão, que é “o ato mental de reconstrução e reorganização sobre o patamar superior daquilo que foi assim transferido do inferior” (Piaget, 1995, p. 274). Segundo o autor, a abstração reflexionante é caracterizada por uma “atividade contínua”, que incide sobre as ações e suas relações internas, promovendo a construção de estruturas cada vez mais articuladas e complexas. Como ele afirma:

“O primeiro resultado das abstrações reflexionantes é, portanto, acarretar, seja a diferenciação de um esquema de coordenação para aplicá-lo de maneira nova, o que



aumenta os poderes do sujeito, seja a ‘objetivação’ de um processo coordenador que se torna então objeto de representação ou de pensamento, o que aumenta os conhecimentos do sujeito, alargando o campo de sua consciência e enriquecendo, portanto, sua conceituação” (Piaget, 1995, p. 278).

Dessa forma, a abstração reflexionante constitui-se como um mecanismo fundamental na gênese do pensamento lógico-matemático e na formação do pensamento formal, ao permitir que o sujeito avance da ação para a representação consciente e para a generalização conceitual.

Na Educação Matemática, essa perspectiva implica a superação da lógica transmissiva, priorizando situações que provoquem desequilíbrios cognitivos e estimulem a reorganização de estratégias. Kamii e DeVries (1996) destacam a importância da ação reflexiva do sujeito sobre seus próprios procedimentos para a construção de estruturas lógico-matemáticas. Assim, o desenvolvimento do pensamento matemático requer ambientes que favoreçam a formulação de hipóteses, a resolução de problemas e a reelaboração de significados.

No campo da Análise Combinatória (AC), essa abordagem demanda práticas que vão além da simples aplicação de fórmulas, mobilizando o estudante a categorizar, permutar, agrupar e sistematizar estratégias de contagem, em consonância com seu estágio de desenvolvimento cognitivo (Vergnaud, 1990). A Combinatória, como ramo da Matemática, envolve diferentes formas de representação — desde listagens e diagramas até formalizações como o Princípio Fundamental da Contagem — e favorece a construção do chamado raciocínio combinatório (Montenegro, 2018). Tal raciocínio permite levantar e analisar possibilidades sem recorrer à contagem exaustiva, sendo essencial para a tomada de decisões fundamentadas em diversas áreas do conhecimento (Pessoa, 2009).

Estudos indicam que os esquemas mentais ativados na resolução de problemas combinatórios apresentam caráter generalizável, aproximando-se de estruturas como proporcionalidade e correlação (Fischbein, 1975), além de promoverem conexões com outras áreas do currículo, como Ciências, Estudos Sociais e Artes. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) recomenda a exploração inicial da AC no Ensino Fundamental, com foco no princípio multiplicativo e em problemas de probabilidade. Isso reforça a necessidade de propostas pedagógicas que articulem desafios cognitivos com acessibilidade conceitual, promovendo a internalização progressiva dos conceitos combinatórios desde os anos finais da escolarização básica.

3. Arquiteturas Pedagógicas e as Tecnologias Digitais no apoio e mediação pedagógica

As Arquiteturas Pedagógicas (AP), conforme delineadas por Carvalho, Nevado e Menezes (2005), configuram-se como suportes estruturantes que organizam, de forma intencional e articulada, os tempos, os espaços, as interações e os recursos didáticos, em consonância com princípios epistemológicos, pedagógicos e tecnológicos. Tratam-se de estruturas flexíveis, projetadas para acolher diferentes formas de aprender e fomentar a construção do conhecimento por meio de experiências de cooperação, diálogo e resolução de problemas.

Na concepção de AP, os ambientes educativos são concebidos como ecossistemas cognitivos, nos quais diferentes sujeitos, linguagens, recursos e tempos se conectam de maneira dinâmica e interdependente, possibilitando que o conhecimento seja construído a partir de relações horizontais e múltiplas mediações. Aragón (2016) amplia essa perspectiva ao afirmar que as AP constituem microecossistemas de aprendizagem, nos quais se articulam escuta ativa, problematização, interações cooperativas e práticas emancipatórias.

Nessa abordagem, as TDICs não ocupam uma função acessória, mas passam a ser compreendidas como mediadoras cognitivas. Como argumenta Moreno-Armella (2004), sua



integração ao ambiente de aprendizagem favorece novas formas de pensar e simbolizar objetos matemáticos, atuando como catalisadoras de reorganizações conceituais.

Tal compreensão é reforçada pela concepção de “*objetos-de-pensar-com*”, desenvolvida por Papert (1985), para designar artefatos que, ao serem manipulados em contextos investigativos e contextualizados, apoiam a transição do sujeito do estágio operatório concreto para o estágio formal.

Os objetos-de-pensar-com podem assumir diferentes formas — desde engrenagens, como relatado por Papert, até ambientes digitais programáveis, softwares matemáticos ou jogos educacionais —, desde que possibilitem ao sujeito agir, experimentar, representar e comunicar seu raciocínio. Nesse mesmo horizonte teórico, Pompermayer e Basso (2023) propõem a noção de objetos-para-pensar-juntos, destacando que o valor formativo desses artefatos se amplia quando estão inseridos em práticas cooperativas e mediados por interações contextualizadas.

A proposta desenvolvida neste estudo concebe uma Arquitetura Pedagógica para Aprendizagem em Rede (APAR), orientada para favorecer a aprendizagem matemática como um processo ativo de construção e reorganização de esquemas mentais, conforme os princípios da Epistemologia Genética. Tal processo é sustentado pela interação cooperativa entre os sujeitos e pela mediação reflexiva de tecnologias digitais, em contraposição à lógica instrucionista centrada na aplicação mecânica de procedimentos prontos.

4. Metodologia

Este estudo adota uma abordagem qualitativa, fundamentada nos pressupostos das Arquiteturas Pedagógicas (Carvalho, Nevado & Menezes, 2005) e em uma perspectiva construtivista de aprendizagem, segundo a qual o conhecimento é construído ativamente pelo sujeito por meio da interação com o meio e da reorganização progressiva de seus esquemas cognitivos (Piaget, 2002).

A investigação assumiu o formato de Experimento de Ensino (Steffe & Thompson, 2000), com o objetivo de compreender os processos de aprendizagem mobilizados a partir da implementação de uma APAR desenvolvida para apoiar a construção do conhecimento e o pensamento combinatório. O experimento foi realizado no final de 2021, em uma escola da rede municipal de Canoas (RS), com 18 estudantes do 8º ano do Ensino Fundamental, com idades entre 13 e 15 anos. A turma apresentava heterogeneidade de ritmos e perfis de aprendizagem.

Em virtude das medidas sanitárias impostas pela pandemia de Covid-19, as atividades foram realizadas em modelo híbrido, com encontros presenciais e interações assíncronas mediadas pelo *Moodle*. A proposta foi integrada ao currículo regular da disciplina de Matemática, contemplando os conteúdos de Análise Combinatória previstos pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC), em articulação com noções introdutórias de probabilidade.

Buscou-se, assim, promover um ambiente em que os estudantes fossem desafiados a refletir sobre suas ações, reorganizar estratégias e construir coletivamente os conceitos combinatórios. A produção e coleta de dados ocorreu por meio de três instrumentos complementares:

(a) observação participante, com anotações sistemáticas em diário de campo da professora-pesquisadora e gravações em vídeo dos momentos presenciais;

(b) análise dos registros digitais produzidos no Moodle, incluindo textos escritos em páginas wiki, capturas de tela das tentativas no jogo digital, áudios gravados espontaneamente pelos estudantes e vídeos reflexivos enviados ao longo da atividade;



(c) questionário online, composto por 16 itens — sendo 12 voltados à aprendizagem de conteúdos combinatórios e 4 dedicados à avaliação da proposta, da cooperação entre pares e da experiência com a APAR.

A análise dos dados foi conduzida por meio da triangulação metodológica (Flick, 2009), visando à ampliação da consistência interpretativa a partir da articulação entre diferentes fontes e instrumentos. A interpretação apoiou-se na análise de conteúdo (Bardin, 2011), com foco na identificação de padrões relacionados às estratégias cognitivas mobilizadas, aos momentos de reorganização conceitual e às manifestações do pensamento combinatório.

A análise foi organizada em três fases, correspondentes à estrutura didática da proposta:

- (1) prática individual com registro das estratégias;
- (2) compartilhamento e reconstrução cooperativa;
- (3) prática cooperativa e registro das estratégias da dupla.

Todas as etapas da pesquisa seguiram os preceitos éticos estabelecidos pela Resolução nº 196/96 do Conselho Nacional de Saúde. A participação dos estudantes foi voluntária, mediante assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido pelos responsáveis legais. As identidades foram preservadas por meio do uso de nomes fictícios.

5. Arquitetura Pedagógica para Aprendizagem em Rede Proposta

A proposta pedagógica concebida neste estudo se caracteriza como uma Arquitetura Pedagógica para Aprendizagem em Rede (APAR), desenvolvida para favorecer o pensamento combinatório e a construção do conhecimento. Estrutura-se como um ecossistema de aprendizagem que articula recursos digitais, práticas cooperativas e momentos de reflexão. Mais do que um conjunto de atividades, a APAR organiza intencionalmente tempos, espaços, interações e mediações didáticas que mobilizam processos de abstração reflexionante, experimentação e tomada de consciência.

A APAR implementada foi estruturada a partir de três componentes interdependentes: (1) um jogo digital, denominado “Jogo da Senha”, adaptado com diferentes níveis de complexidade para promover desafios progressivos; (2) espaços multimodais de registro de estratégias, nos quais os estudantes utilizaram textos, áudios, imagens e vídeos; e (3) momentos estruturados de cooperação, em que os participantes compartilharam ideias, testaram soluções e participaram de dinâmicas de desafios cooperativos.

A mediação pedagógica da proposta apoiou-se nos cinco princípios fundamentais das APAR: educar para a busca de soluções de problemas “reais”; educar para transformar informações em conhecimento; educar para a autoria, a expressão e a interlocução; educar para a investigação e a criação de novidades; educar para a autonomia e a cooperação. Além disso, o conceito de objetos-de-pensar-com (Papert, 1985) orientou a escolha e a adaptação dos artefatos digitais, de modo a garantir que os recursos utilizados funcionassem não apenas como ferramentas, mas como extensões do pensamento e da criatividade dos estudantes.

A APAR foi implementada no ambiente virtual de aprendizagem *Moodle*, em uma disciplina específica intitulada “Combinatória”. A estrutura digital incluiu fóruns de interação, páginas wiki para registro das estratégias, repositórios de mídia e o uso complementar do software *GeoGebra*, com o objetivo de favorecer a visualização e simulação de situações combinatórias. A organização dos conteúdos e a acessibilidade dos recursos foram planejadas para promover fluidez na navegação e inclusão de diferentes perfis de estudantes.

5.1 O Jogo da Senha: Mediação Lúdica e Cognitiva

O Jogo da Senha foi o artefato central da proposta de APAR, sendo adaptado a partir de uma versão em código aberto (De Mattos Souto et al., 2021). Modificações foram implementadas no código original com o objetivo de atender às demandas específicas da aprendizagem combinatória nos anos finais do EF.



Figura 1. Tela inicial da APAR.

Desta maneira, foram estabelecidos três desafios com complexidade progressiva:

- **Desafio 1:** senha com 2 cores distintas (5 tentativas);
- **Desafio 2:** senha com 3 cores distintas (7 tentativas);
- **Desafio 3:** senha com 4 cores distintas (10 tentativas).



Figura 2. Telas dos desafio 02 e 03. Fonte: Dados da pesquisa

A cada tentativa, os estudantes recebiam pistas visuais sobre a adequação das cores e das posições escolhidas, o que os levava a revisar suas hipóteses e ajustar as estratégias. O jogo foi utilizado, inicialmente, de forma individual e, posteriormente, em duplas, promovendo a conexão entre ações autônomas e práticas cooperativas.

5.2 Organização dos Momentos Didáticos

A aplicação da APAR foi estruturada em três momentos:



❖ **1º Momento:** Prática individual e registro de estratégias: Os estudantes foram desafiados a resolver os três níveis do jogo de forma autônoma. As tentativas e estratégias foram registradas em páginas wiki no Moodle, com incentivo ao uso de diferentes linguagens (textual, visual e oral). Foram aceitos registros em áudio e vídeo, ampliando as possibilidades de expressão e promovendo acessibilidade.

❖ **2º Momento:** Compartilhamento em duplas e cooperação: Após a experiência individual, os estudantes foram organizados em duplas para discutir os caminhos percorridos, analisar erros e acertos, e desenvolver estratégias coletivas. A mediação pedagógica favoreceu a escuta ativa, a negociação de significados e a elaboração de uma nova abordagem para os desafios.

❖ **3º Momento:** Prática cooperativa e registro das estratégias da dupla: As duplas aplicaram as estratégias elaboradas em três novas rodadas do jogo. Ao final, realizaram uma reflexão conjunta sobre os processos cognitivos mobilizados, comparando o desempenho coletivo com as tentativas individuais. As percepções foram sistematizadas em um relatório final e complementadas por um questionário avaliativo, com itens relativos ao conteúdo matemático, à experiência com o jogo e à dinâmica cooperativa.

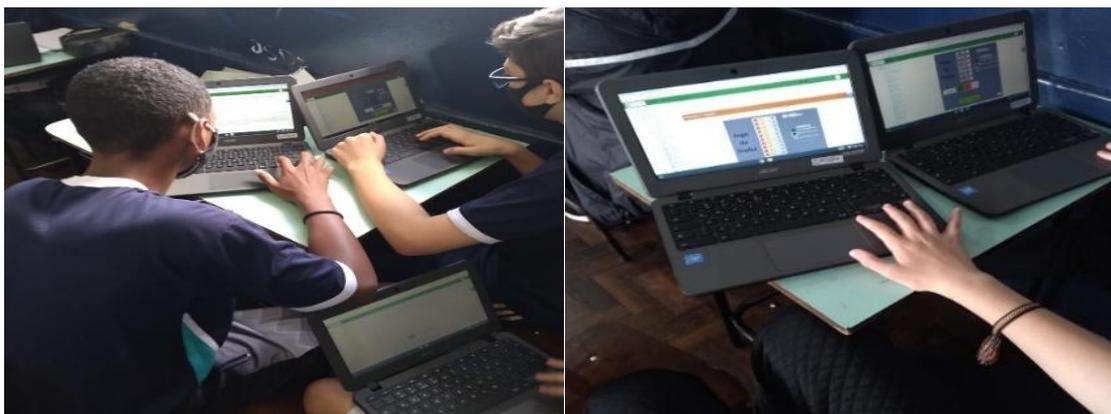
Essa organização didática procurou mobilizar a ação, a linguagem e a cooperação como dimensões complementares no processo de aprendizagem, possibilitando diferentes formas de pensamento e compreensão sobre a Análise Combinatória, alinhadas aos princípios das Arquiteturas Pedagógicas e à abordagem dos objetos-de-pensar-com..

6. Resultados e Discussão

A análise dos dados produzidos durante a implementação da APAR permitiu identificar indícios de desenvolvimento do raciocínio combinatório e de mobilização progressiva de processos de abstração reflexionante por parte dos estudantes. A APAR foi estruturada como um ecossistema de aprendizagem, orientado pela problematização, pela interação cooperativa e pela reorganização de esquemas mentais em contextos desafiadores.

Organizada em três momentos didáticos — prática individual, trabalho em duplas e construção cooperativa —, a proposta possibilitou acompanhar a transição de estratégias baseadas em tentativas aleatórias para procedimentos mais estruturados. Ao interagirem com o jogo, os estudantes formulavam hipóteses, testavam possibilidades e verbalizavam raciocínios de forma cada vez mais precisa. Tais registros apontam para um movimento de descentração e reconstrução cognitiva, característico da abstração reflexionante descrita por Piaget (1995), evidenciado pela articulação entre ação, reflexão e reformulação das próprias estratégias.

As imagens 1 e 2 registram momentos dessa participação ativa, revelando expressões de envolvimento, cooperação e foco durante a realização das atividades.



Imagens 1 e 2: Estudantes realizando as atividades. Fonte: dados da pesquisa



A cooperação, enquanto princípio estruturante da proposta, exerceu papel formativo ao criar condições para o pensamento compartilhado. Como destaca Freire (1996), o diálogo é constitutivo da aprendizagem: não se trata de simples troca de informações, mas de um ato de criação conjunta de significados. Ao favorecer o diálogo, a escuta e a negociação de sentidos, a interação entre os pares tornou-se mais do que uma estratégia didática — assumiu-se como um gesto pedagógico emancipador.

A Tabela 1 apresenta os dados de cinco duplas selecionadas, organizados em três dimensões analíticas: estratégias individuais, estratégias em duplas e evidências de abstração reflexionante, cooperação e tomada de consciência.

Tabela 1 – Estratégias e evidências

Dupla	Estratégia Individual	Estratégia em Dupla	Evidências de Abstração Reflexionante e Cooperação
A	A1: “eu fui mudando as cores de um lado só, até dar certo, e quando acertava eu tentava mudar a outra”. A2: “eu pensei nas cores que mais aparecem e fui testando uma por uma”.	“Iniciamos com as três primeiras cores, trocamos o vermelho de lugar e testamos ajustando com base nas dicas”.	A1 reformulou sua estratégia a partir da observação de A2, superando a repetição de padrões errôneos e incorporando as dicas do jogo de maneira consciente. A dupla passou a verbalizar os raciocínios e tomar decisões com base em argumentos compartilhados, evidenciando escuta ativa e pensamento coordenado.
C	C1: “eu vi que acertei uma cor só e mudei o resto, depois troquei de posição e fui testando”. C2: “coloquei cores bem diferentes pra ver o que o jogo dizia”.	“Discutimos cores prováveis, testamos em posições diferentes e melhoramos a nossa estratégia ao identificar padrões, como das sequencias e possibilidades”.	A dupla demonstrou reorganização de estratégias baseada em feedbacks do jogo, com clara antecipação de resultados e exploração de hipóteses. A cooperação envolveu análise conjunta de tentativas anteriores e negociação de possibilidades, promovendo um refinamento conceitual progressivo.
D	D1: “fui fazendo combinações tipo 123, depois troquei as cores do lugar e botei outras”. D2: “usei o método escadinha, subindo uma cor por vez”.	“Utilizamos o 'método escadinha' com mudanças de posições e evitamos a combinação de cores invertida, exploramos as possibilidades entre cores e posições”.	D2 nomeou e explicou sua estratégia, o que demonstra apropriação consciente do processo e formação de um objeto-de-pensar-com. A dupla operou com base em critérios próprios e refletidos, indicando metacognição, descentração e construção compartilhada de soluções.
F	F1: “no começo eu só fui chutando, aí vi que dava pra pensar tipo quebra cabeça”. F2: “fiquei olhando as tentativas e vi que dava pra fazer um padrão melhor”.	“Comparamos as tentativas anteriores de cada um, e depois combinamos as sugestões dos dois, aí criamos uma sequência de jogadas, e fomos corrigindo os erros juntos”.	A transição de uma postura impulsiva para uma conduta mais estratégica foi mediada pela cooperação. A escuta das sugestões mútuas e o planejamento das jogadas futuras revelam o início de uma prática metacognitiva orientada por argumentação e análise das próprias ações.
I	I1: “eu misturei as cores, mas aí pensei e troquei de lugar as certas, testei de novo e acertei”. I2: “eu lembrava quais cores já tinham dado certo e fui tentando arrumar”.	“Dividimos as funções, um ficou anotando e pensando nas cores o outro no lugar das cores depois revimos o que cada um fez só e melhoramos na jogada juntos”.	O pareamento funcional das tarefas (lembança de cores e posições) demonstra coordenação de ações, antecipação de resultados e uso eficaz da memória de trabalho. A dupla articulou raciocínios e justificativas em suas escolhas, promovendo um tipo de cooperação produtiva centrada na análise de padrões e regularidades.

Fonte: Elaboração dos autores (2025)



Os dados ilustram a transição entre formas mais intuitivas de ação e procedimentos que evidenciam coordenação entre as variáveis do jogo, antecipação de resultados e explicitação consciente das estratégias. Nas etapas iniciais, predominavam condutas baseadas em tentativa e erro, com pouco aproveitamento das pistas oferecidas pelo jogo. Entretanto, com o avanço para o trabalho em duplas, muitos estudantes reformularam suas estratégias, orientando suas decisões a partir do diálogo com os colegas e da análise dos erros anteriores.

Tal movimento ilustra o mecanismo de equilíbrio, no qual a assimilação de novas experiências exige a acomodação das estruturas cognitivas existentes (Piaget, 2002).

Um estudante declarou:

“No começo eu só ia testando qualquer coisa. Mas depois percebi que tinha que pensar melhor, ver onde errei antes e conversar com o colega. Ai foi ficando mais fácil de entender”(Aluno 1, Dupla A).

Nos registros da dupla D, um dos estudantes nomeou sua abordagem como “método escadinha”, demonstrando não apenas apropriação da lógica combinatória, mas também elaboração subjetiva sobre sua própria maneira de pensar. Essa nomeação representa a criação de um objeto-de-pensar-com (Papert, 1985), no qual o jogo torna-se suporte simbólico para refletir, testar hipóteses e construir esquemas próprios.

Outro exemplo emblemático é o da dupla F. Inicialmente, um dos estudantes descreveu sua estratégia como “chutar”. No entanto, ao engajar-se na atividade em parceria, afirmou:

“Agora tá parecendo montar um quebra-cabeça. Dá pra ir juntando as pistas”(Aluno 1, Dupla D).

Tal enunciado revela não apenas uma mudança de postura diante da tarefa, mas o início de um processo de abstração reflexionante ainda em estágio inicial. Essa transformação indica o que Piaget e Garcia (1982) chamam de descentração progressiva, quando o sujeito amplia sua perspectiva e passa a considerar múltiplas variáveis de forma articulada.

Os estudantes passaram a tratar o erro não como obstáculo, mas como recurso de reflexão e reorganização. Um deles escreveu no fórum do Moodle:

“Toda vez que errava, eu prestava mais atenção no que tinha feito antes. Isso me ajudou a montar uma ideia melhor na próxima rodada.” (Aluno 2, Dupla C)

Esse tipo de reflexão indica o movimento de metacognição, no qual o sujeito toma consciência de seus próprios processos mentais e aprende a autorregulá-los. Como observa Papert (1985), os objetos-de-pensar-com tornam-se mais eficazes do ponto de vista formativo quando inseridos em contextos pessoais e mobilizam experiências reflexivas que articulam emoção, ação e simbolização.

Os registros multimodais coletados no ambiente Moodle — como textos, capturas de tela, áudios e vídeos — reforçaram essa dimensão reflexiva. Nos momentos finais, observou-se um avanço na qualidade dos relatos: os estudantes descreviam com maior clareza seus processos decisórios, reconheciam erros cometidos e justificavam as reformulações realizadas. Esses registros sugerem o início da internalização de estruturas formais de pensamento, em consonância com o estágio das operações formais (Piaget, 2002).

As respostas ao questionário final corroboraram os achados qualitativos. Quando indagados sobre a experiência, os estudantes afirmaram:

- *“Errar ajudava a pensar melhor na próxima tentativa”*; (Aluno 2, Dupla C)
- *“Explicar a estratégia ao colega ajudava a organizar minhas ideias e perceber novas possibilidades”*; (Aluno 1, Dupla D)



- “Jogar em dupla foi mais difícil, pois gosto de fazer as coisas sozinho, mas no final foi mais inteligente” (Aluno 2, Dupla I)

Essas falas expressam a apropriação de atitudes investigativas, cooperativas e reflexivas, extrapolando o domínio técnico dos conteúdos combinatórios. Apontam para a constituição de sujeitos mais conscientes de seus processos de aprendizagem, sendo capazes de analisar, justificar e transformar suas estratégias diante de uma situação-problema.

Os resultados demonstram que a APAR implementada favoreceu, para além da aprendizagem dos conteúdos previstos na BNCC — como o princípio multiplicativo e o raciocínio combinatório —, a formação de sujeitos mais ativos, críticos e reflexivos. O percurso pedagógico promoveu a construção de esquemas cognitivos superiores, a cooperação como prática formativa e a metacognição como ferramenta de autorregulação e de construção do conhecimento.

6. Considerações Finais

Os resultados desta pesquisa indicam que a APAR desenvolvida constitui uma estratégia eficaz para favorecer as aprendizagens de Análise Combinatória nos anos finais do Ensino Fundamental. Ao integrar um jogo digital, registros multimodais e práticas de cooperação, a proposta favoreceu a organização de estratégias, a explicitação de raciocínios e o desenvolvimento do pensamento combinatório. A análise evidenciou a transição dos estudantes de tentativas aleatórias para procedimentos sistemáticos, mediada por momentos de reflexão e diálogo. Tal percurso aponta para processos de abstração reflexionante (Piaget, 2002) e destaca a relevância da escuta e da interação.

As tecnologias digitais — especialmente o Jogo da Senha e o AVA Moodle — atuaram como suporte, favorecendo a reorganização de esquemas mentais e a construção de conhecimentos. Além dos avanços conceituais, observou-se o fortalecimento de competências como argumentação, cooperação e metacognição.

As limitações observadas — como a necessidade de familiarização inicial com as ferramentas e de mediação pedagógica em casos mais específicos — apontam caminhos para o aperfeiçoamento da proposta, sobretudo no que se refere à acessibilidade e à personalização do acompanhamento.

Conclui-se que as APAR contribuem para experiências formativas mais dialógicas, investigativas, flexíveis e contextualizadas, sendo possível considerar o modelo conceitual aplicado nesta proposta pedagógica como inspiração para práticas no ensino de Matemática.

Agradecimentos: O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES).

REFERÊNCIAS:

- ARAGÓN, R. Interação e mediação no contexto das arquiteturas pedagógicas para a aprendizagem em rede. *Revista de Educação Pública*, Cuiabá, v. 25, n. 59/1, p. 261–275, 2016.
- BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70, 2011.
- CARVALHO, M. J. S., NEVADO, R. A., e MENEZES, C. (2005). *Arquiteturas Pedagógicas para Educação à Distância: Concepções e Suporte Telemático*. Anais do XVI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, Juiz de Fora-MG. Brasil.



- DE MATTOS SOUTO, L. S. et al. O jogo da senha no GeoGebra e suas atividades exploratórias em combinatória. *Revista do Instituto GeoGebra Internacional de São Paulo*, v. 10, n. 2, p. 40–59, 2021.
- FISCHBEIN, E. *The intuitive sources of probabilistic thinking in children*. Dordrecht: D. Reidel Publishing Company, 1975.
- FLICK, U. *Introdução à pesquisa qualitativa*. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- FREIRE, P. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra, 1996.
- KAMII, C.; DEVRIES, R. *Jogos em grupo na educação infantil: implicações da teoria de Piaget*. São Paulo, SP: Trajetória Cultural, 1996.
- MONTENEGRO, J. A. Identificação, conversão e tratamento de registros de representações semióticas auxiliando a aprendizagem de situações combinatórias. 2018. 247f. Tese (Doutorado em Educação Matemática e Tecnológica) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2018.
- MORENO-ARMELLA, L. *Mathematical thinking and technology: some views on their co-evolution*. In: TSG 15 – ICME 10, Copenhagen. Disponível em: http://matrix.skku.ac.kr/sglee/album/TSG15_The_role_and_use_of_technology_in_the_teaching_and_learning_of_mathematics.pdf. Acesso em: 19 jun. 2025.
- PAPERT, S. *LOGO: computadores e educação*. São Paulo, SP: Brasiliense, 1985.
- PESSOA, C. *Quem dança com quem: o desenvolvimento do raciocínio combinatório do 2º ano do Ensino Fundamental ao 3º ano do Ensino Médio*. 2009. 267f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2009.
- PIAGET, J. *Epistemologia Genética*. 4. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2002.
- PIAGET, J. *Abstração reflexionante: relações lógico-matemáticas e ordem das relações*. Lisboa: Instituto Piaget, 1995.
- PIAGET, J.; GARCIA, R. *Psicogênese e história da ciência*. Rio de Janeiro: Zahar, 1982.
- POMPERMAYER, E. M.; BASSO, M. V. de A. *Tinkercad: um objeto-para-pensar-junto na perspectiva de uma metodologia ativa*. *RENTE: Revista Novas Tecnologias na Educação*, Porto Alegre, v. 21, n. 2, p. 110–119, 2023. DOI: 10.22456/1679-1916.137732. Acesso em: 19 jun. 2025.
- STEFFE, L., & THOMPSON, P. (2000). *Teaching Experiment Methodology: Underlying principles and essential elements*. In: Lessh R., Kelly AE (Eds.) *Research Design in mathematics and science education*.
- VERGNAUD, G. *A Construção Dos Conceitos Científicos e a Escola*. In: NODARI, N. (Org.). *Epistemologia e Didática da Matemática*. Campinas: Papirus, 1990.