



Teoria do desenvolvimento cognitivo no Ensino de Matemática para um estudante cego: Atividades práticas e reflexões

Luiza Ojeda **Hoffmann**
Universidade Franciscana
Brasil

luizaojedah@gmail.com

Claudia Lisete Oliveira **Groenwald**
Universidade Franciscana e Universidade Luterana do Brasil
Brasil

claudiag1959@gmail.com

Resumo

Este artigo apresenta um recorte da tese "*Pensamento Matemático de um Estudante Cego: Um Estudo Longitudinal do 6º ao 9º Ano*", que investiga a aplicação da teoria do desenvolvimento cognitivo de Piaget no ensino de Matemática para a inclusão de um estudante cego matriculado no 7º ano de uma escola regular em Canoas/RS. As atividades práticas, como manuseio de dinheiro e simulações de compras, demonstraram a eficácia das abordagens baseadas em abstração empírica e reflexionante. A interação com objetos concretos favoreceu o desenvolvimento de habilidades cognitivas, enquanto a transição entre essas formas de abstração contribuiu para a autonomia moral e intelectual do estudante. Integrando os princípios da LDB e da BNCC, as práticas pedagógicas mostraram-se eficazes na criação de um ambiente de aprendizagem inclusivo e participativo. Os resultados reforçam a importância da relação entre teoria e prática na formação de indivíduos com autonomia social.

Palavras-chave: Abstração empírica e reflexionante; Autonomia moral e intelectual; Deficiência visual; Educação matemática; Inclusão.

Introdução

A inclusão escolar e social de estudantes cegos apresenta desafios no ensino da Matemática, devido ao alto nível de abstração e visualização envolvido na construção dos conceitos matemáticos. A Teoria do Desenvolvimento Cognitivo de Piaget (1977) oferece um referencial teórico para compreender e adaptar o ensino às necessidades desses estudantes. Piaget (1995) introduz os conceitos de abstração empírica e reflexionante, explicando como os indivíduos constroem e organizam o conhecimento.

Este artigo é um recorte da tese de doutorado do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECIMAT) da Universidade Franciscana (UFN). A pesquisa consiste em um estudo longitudinal sobre o desenvolvimento do pensamento matemático de um estudante cego nos anos finais do Ensino Fundamental, investigando sua progressão e os desafios enfrentados ao longo do tempo.

Reflexões sobre Abstração e Autonomia

A teoria do desenvolvimento cognitivo de Piaget contribui para a compreensão da aprendizagem e do crescimento intelectual das crianças. Um dos conceitos centrais dessa teoria é a abstração, que Piaget (1995) divide em duas formas fundamentais: abstração empírica e abstração reflexionante. A progressão desses tipos de abstração é importante tanto para o desenvolvimento cognitivo quanto para a autonomia moral e intelectual, favorecendo a tomada de decisões e o pensamento independente.

Piaget (1995) define a abstração empírica como a capacidade de extrair informações diretamente dos objetos. Segundo ele, "a abstração empírica retira sua informação dos próprios objetos, considerando suas características perceptíveis" (p. 89).

Por outro lado, a abstração reflexionante ocorre a partir das ações do sujeito, permitindo a reorganização interna das coordenações dessas ações. Piaget (1995) explica que "a abstração reflexionante é essencial para a formação de estruturas cognitivas mais complexas, pois envolve a reflexão sobre as próprias ações e a reorganização do conhecimento" (p. 284). Esse tipo de abstração possibilita um nível mais avançado de pensamento abstrato.

Montangero e Maurice-Naville (1998) afirmam que todo novo conhecimento resulta de um processo de abstração, pois sempre se baseia em uma realidade anterior. Eles diferenciam a abstração empírica, que extrai informações dos objetos, da abstração reflexionante, que surge das coordenações das ações do sujeito. Becker (2014) complementa essa análise ao destacar que a abstração ocorre em etapas, como extração, dissociação, distanciamento e conceituação mental, evidenciando sua complexidade e multifuncionalidade no desenvolvimento cognitivo.

Além das formas de abstração mencionadas, Piaget (1995) introduz o conceito de abstração pseudoempírica, que ocorre quando o indivíduo utiliza ferramentas ou mediadores para verificar suas operações mentais. Esse estágio intermediário combina a manipulação de objetos concretos com a reflexão interna, facilitando a transição para formas mais avançadas de pensamento (Piaget, 1995, p. 176), como por exemplo, a construção de número.

O desenvolvimento do pensamento matemático em estudantes cegos ocorre progressivamente, sendo influenciado pelas experiências sensoriais e contextuais vivenciadas no dia a dia. Conforme apontam Hoffmann, Groenwald & Geller (2022, p. 120), “a formação do conceito de número não ocorre por meio de repetição mecânica dos numerais e, sim, pela construção progressiva dos estágios vivenciados no dia a dia, tanto no âmbito social, quanto no educacional”. Dentro do contexto educacional, a compreensão dos processos de abstração é importante para a construção de práticas pedagógicas que promovam não apenas o desenvolvimento cognitivo, mas também a autonomia intelectual e moral dos estudantes. A capacidade de abstração reflexionante permite que os indivíduos adquiram uma compreensão mais aprofundada dos conceitos matemáticos e sociais, contribuindo para uma formação crítica e independente. Essa perspectiva dialoga diretamente com os princípios da Educação formal, que deve oferecer condições para o desenvolvimento pleno dos estudantes.

No Brasil, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) (Lei nº 9.394/96) enfatiza a Educação democrática e participativa, sendo que a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) estabelece o currículo para viabilizar essa diretriz, destacando práticas pedagógicas inclusivas que promovem o desenvolvimento integral dos estudantes e sua formação como cidadãos críticos e éticos. Ambas convergem na garantia da igualdade de acesso e permanência na escola, essencial para a Educação inclusiva. Essas perspectivas dialogam com Piaget (1977), que defende um ambiente educacional que estimule a autonomia intelectual e moral. A teoria de

Piaget (1995) sobre a equilibração também compreende o desenvolvimento cognitivo. Ele argumenta que o equilíbrio entre assimilação (incorporação de novas informações) e acomodação (modificação de esquemas existentes para integrar novos conhecimentos) é importante para a aprendizagem. “O princípio comum da formação das novidades é a necessidade de um equilíbrio entre assimilação e acomodação, sendo este último a causa das diferenciações” (Piaget, 1995, p. 284).

Montangero e Maurice-Naville (1998) expandem essa ideia ao afirmar que “todo novo conhecimento supõe uma abstração”, reforçando a importância das interações entre o sujeito e o ambiente para o desenvolvimento do conhecimento. Becker (2014) também enfatiza que “o equilíbrio entre assimilação e acomodação é fundamental para a construção de estruturas cognitivas mais complexas e adaptáveis, permitindo que o aprendiz ajuste seus esquemas mentais de forma contínua e dinâmica” (p. 78).

A abstração contribui para a autonomia moral, auxiliando os estudantes a compreenderem e questionarem normas sociais, desenvolvendo pensamento crítico e independente. Piaget (1995) aponta que a Educação deve favorecer liberdade e autonomia, promovendo a interação e cooperação no desenvolvimento pessoal.

A teoria de Piaget, aliada às contribuições de Becker (2014), fornece uma base sólida para o desenvolvimento de estratégias que promovam a aprendizagem significativa e a autonomia, especialmente para estudantes com deficiência visual. Atividades que envolvem a manipulação de objetos concretos e a reflexão sobre as ações são particularmente eficazes nesse processo.

Metodologia da pesquisa

Este estudo, de abordagem qualitativa, descritiva e exploratória, adota o estudo de caso para investigar estratégias e recursos para o desenvolvimento do pensamento matemático de um estudante cego do 7º ano do Ensino Fundamental em 2023. O participante, identificado como G, participou de intervenções pedagógicas individuais, realizadas quinzenalmente ao longo de um ano, em sessões presenciais de duas horas, divididas em atividades de 30 minutos com intervalos de 20 minutos.

Além das intervenções G foi observado em sua escola regular, ampliando a análise sobre ensino e aprendizagem no contexto escolar. As atividades planejadas incluíram toda a turma, promovendo uma abordagem inclusiva. A pesquisa envolveu visitas à escola e entrevistas semiestruturadas com o professor de Matemática, a professora da sala de Atendimento Educacional Especializado (AEE), a mãe do estudante e um professor da Associação de Deficientes Visuais de Canoas (ADEVIC), proporcionando uma visão abrangente das estratégias e desafios.

A análise dos dados seguiu um método indutivo, de caráter descritivo, conforme Lüdke e André (2013). As transcrições dos diálogos foram preservadas sem alterações gramaticais para garantir autenticidade.

Discussão dos Resultados

As atividades utilizaram tecnologias assistivas e materiais táteis, como os óculos OrCam MyEye 2.0, a calculadora sonora, fichas e dinheiro fictício. Os óculos auxiliaram na identificação de pessoas, leitura de textos e reconhecimento de cores e cédulas, enquanto a calculadora sonora permitiu cálculos autônomos com feedback auditivo. O processo iniciou-se com o reconhecimento tátil das cédulas, seguido pela leitura detalhada e verificação precisa dos cálculos.

A simulação de compras foi planejada para desenvolver abstração empírica, pseudoempírica e reflexionante, promovendo autonomia intelectual e moral, conforme Piaget (1977). Segundo Piaget (1995), o equilíbrio entre assimilação e acomodação é relevante para o desenvolvimento cognitivo e moral, permitindo a integração de novas informações e o ajuste dos esquemas mentais. As atividades práticas, como a gestão de dinheiro, favoreceram a construção do pensamento matemático e a reflexão sobre ações e decisões do estudante. Na sequência, são apresentados trechos do diálogo que ilustram o uso das diferentes formas de abstração.

Na atividade descrita na Figura 1 de composição e decomposição de dinheiro foi projetada para explorar a construção de habilidades matemáticas ligadas ao sistema monetário, promovendo a identificação de valores, trocas e operações básicas. Durante a atividade, o estudante utilizou dinheiro fictício para praticar a decomposição de valores monetários e verificou suas respostas com o uso da calculadora sonora. Essa experiência permitiu uma interação entre o conhecimento empírico e a abstração matemática, conforme descrito por Piaget (1995).

A caixa com o dinheiro fictício	Reconhecendo as cédulas
	
P- Vamos brincar com dinheiro hoje? G- Agora com os óculos fica mais fácil, ele me diz, antes só reconhecia com um dedo, era mais difícil, porque as cédulas precisavam ser bem novas, e às vezes eu me confundia no tamanho, tinha que decorar os sinais e eu esquecia. P- Aqui tem uma caixa com dinheiros, e as cédulas estão separadas, tem moedas também. Pode examinar com a mão. Você já sabe me dizer quantos centavos tem 1 real? G- Certo. Tem notas de 2, 5, 10, 20, 50, 100 e até 200. Nossa eu tô rico! Vou até conferir na calculadora. P- Muito bem! Mas é de brinquedo! Sabe quantos centavos tem em 1 real? G- Sim, tem 100 centavos, por que 100 centavos é igual a 1 real. Isso eu já sabia, lá do outro ano. P- Agora pega uma cédula de 50 reais inteiro, você consegue trocar em notas de 10 reais. G- Sim, vai ter que me dar um tempo para pensar. Já sei $10 + 10 + 10 + 10 + 10$, deu 5 notas de 10 reais. Bah, parece muito né? P- Isso que você fez e decomposição, será que tem outro jeito de decompor os 50 reais? G- Claro que tem. Pode ser em moedas dá 1 real, também pode ser em cédulas de 5 reais, e de 2 reais também, de 2 reais é bem complicado, mas consegui de 2 reais. Também dá para fazer 2 notas de 20 reais e uma de 10 reais. P- Aceita um desafio? G-Sim, eu adoro, só não faz muito difícil, que eu faço sem mostrar e faço de cabeça. P- 3 cédulas de 2 reais mais 5 cédulas de 10 reais mais 6 moedas de 1 real. Que valor eu tenho? G- 62 reais. P- Me explica como fez? G- Eu fiz de tabuada, por partes, $3 \times 2 = 6$, $5 \times 10 = 50$, $6 \times 1 = 6$, depois juntei tudo. $50 + 6 + 6$. $50 + 12$. $50 + 10 + 2 = 62$. P- Certo! Muito bem! G- Viu a minha cabeça funciona, nem precisei da calculadora. P- E se tivesse 100 reais, como faria para trocá-lo no usando só 4 cédulas. G- Ai me pegou. Vou pensar, 2 de 50 não pode. 5 de 20 também não pode. E nem de 10 reais porque vai dar mais de 4. Essa é bem difícil. Não sei. P- Faz as combinações ai de cédulas que vai conseguir. G- Já sei. $20 + 20 + 10 + 50$. P- Agora só pode usar 2 vezes a mesma cédula. G- Tá cada vez mais difícil, mas vou fazer. 2 notas de 20, já tenho aqui uma de 50. Então tenho 90, então mais uma de 10 reais. Tenho 100 reais. Já fechou aqui. P- Parabéns!! G-Posso brincar de trocar dinheiro? P- Claro! G- Por exemplo trocar 50 reais. $20 + 20 + 10$; $5 + 5 + 2 + 2 + 2 + 2 + 20$. P- Por que não continuou com cédulas de 2 reais, será que não ia dar? G- Eu acho que até podia dar, mas dá muito trabalho. Mas é mais fácil ir contando de 2 em 2. P- Se pedir para você trocar 10 reais, o que vai fazer? G- Ué, vou pegar uma de 5 reais, uma de 2 reais e três moedas de 1 real. Conferindo na calculadora, deu certinho. P- E se precisar usar centavos? G- Vou deixar os 5 reais, pego uma moeda de 1 real, 2 de 50 centavos e 4 moedas de 25 centavos. P- Posso conferir. G- Não ne, quando fala assim, é porque eu errei alguma coisa. Pera aí. 5 reais mais 1 real, 6 reais, mais 2 de 50 centavos mais 1 real, que dá 7, mais 4 de 25 centavos, dá 8. Ai aí, faltou 2 reais, vou pegar mais duas moedas de 1 real. Agora fechou tudo. P- Muito bem. É tinha faltado mesmo. G- Tenho que ter mais atenção quando trocar os dinheiros miúdo. Senão podem me roubar quando eu usar dinheiro de verdade. Sabe eu gostei de trocar dinheiro. P- Ta craque! Vou dar 20 reais o que vai fazer com ele? G- Não sei, vou ver o preço das coisas, vou ver onde é mais barato. P- Pensa e outro dia me diz G- Certo.	

Figura 1 - Composição e decomposição de dinheiro. Fonte: A pesquisa

No diálogo registrado, percebe-se que o estudante G inicialmente dependia do reconhecimento tátil para diferenciar as cédulas. Entretanto, ao utilizar os óculos OrCam MyEye 2.0, ele conseguiu verificar com maior precisão os valores. Esse momento evidencia a transição entre a abstração empírica, em que ele extrai informações diretamente dos objetos, e a abstração pseudoempírica, quando passa a utilizar ferramentas mediadoras para validar o conhecimento adquirido.

Outro aspecto importante observado foi a progressão cognitiva no uso da abstração reflexionante, em que o estudante passa a antecipar soluções e estruturar mentalmente suas respostas. Isso se torna evidente quando G explica as diferentes formas de decomposição de R\$ 50,00, utilizando estratégias diversas para encontrar o mesmo resultado. A construção do pensamento matemático e a internalização das operações evidenciam avanços importantes na sua autonomia intelectual.

A interação com a pesquisadora também mostra como a verbalização do raciocínio auxilia na estruturação do pensamento. Ao ser desafiado a trocar cédulas utilizando diferentes combinações, G demonstra um pensamento crítico crescente, refletindo sobre as escolhas feitas e considerando diferentes estratégias. Esse desenvolvimento está alinhado com a ideia de equilíbrio defendida por Piaget (1995), onde o indivíduo ajusta seus esquemas mentais a partir de novas experiências e desafios.

Ao final da atividade, o estudante demonstra uma mudança significativa na sua percepção sobre o uso do dinheiro. Sua fala: "Tenho que ter mais atenção quando trocar os dinheiros miúdos. Senão podem me roubar quando eu usar dinheiro de verdade."

Mostra um amadurecimento cognitivo e social, reforçando que as experiências concretas proporcionam uma aprendizagem significativa e contextualizada. Essa vivência também está em consonância com a autonomia moral discutida por Piaget (1977), uma vez que a compreensão das regras financeiras e sociais impacta sua conduta e tomada de decisão em contextos reais. A evolução do estudante no reconhecimento e manuseio do dinheiro durante a primeira atividade permitiu um aprofundamento da sua compreensão sobre transações financeiras em contextos reais. Dando continuidade ao processo de aprendizagem, a segunda atividade buscou aplicar esses conceitos em uma situação prática de consumo.

A atividade da Figura 2 ilustra a atividade de compra de lanche, na qual o estudante precisa gerenciar um orçamento fixo, tomar decisões sobre seus gastos e calcular o troco, promovendo a aplicação prática dos conceitos matemáticos trabalhados anteriormente.

P- Vamos fazer um lanche, lá embaixo. Temos apenas 10 reais para cada um gastar. Vou dar o seu dinheiro, e vou ficar aqui com o meu. O que vai querer?

G- Não sei, o que tem para comer?

P- Salgados, pão de queijo, pastel frito e assado, cada um é 7 reais.

G- Eu quero um pão de queijo, ah vai sobrar dinheiro, vou querer um refri.

P- Refri de Lata é 3 reais e as pequeninhas iguais as que você traz, são 2 reais e 25 centavos. G- Eu vou querer um pão de queijo e um refri pequeninho.

P- Sabe quanto vai pagar?

G- Sim, 9 reais 25 centavos, vou só conferir na calculadora. P- Vamos ver, pode fazer teu pedido e pagar.

G- Quero um pão de queijo e um refri pequeno, pode ser coca, quanto vai dar tudo? A atendente responde 9 com 25.

G- Então tá, dá e ainda sobra troco. Eu quero. Já pode me dar troco, vai ser moeda né. P- Sim, quanto ela lhe deu, quais as moedas?

G- Me deu uma moeda de 50 centavos e uma moeda de 25 centavos. Tá certo. P- Sim. Como você fez para saber se o troco estava certo.

G- Ué eu gastei 9 reais e 25 centavos, daí eu pensei assim, 9 com 25, com mais 25 centavos ficava 9 com 50, mais 50 centavos dá 10 reais. Então o troco vai ser os 25 centavos mais os 50 centavos, que é os 75 centavos.

P- O que vamos fazer com o troco de 75 centavos?

G- Vou guardar junto com as moedas de verdade que estão nesse saquinho.

P- Na semana que vem vamos usar só moedas para comprar nosso lanche. Pode ser?

G- Pode, será que a mulher da lancheria sabe contar moedas? Porque vai ser muitas moedas, vai dar um trabalhão contar as moedas.

P- Ela sabe, vou querer ver a semana que vem a esperteza desse guri. G- Eu sou muito esperto.

P- Olha só, vou deixar um tema. Você leva lanche para a escola, né? G- Sim.

P- Então, o tema vai ser comprar o lanche para levar para a escola. Pega aqui 10 reais. G- Sim, só não posso gastar muito, porque é só até 10 reais.

P- Combinado, vai trazer a nota e me relatar a compra. G- Ok. Vou fazer.

Figura 2 - Compra de lanche. Fonte: A pesquisa

Na atividade de compra de lanche teve como objetivo estimular a compreensão do sistema monetário em situações reais, permitindo que G praticasse o planejamento financeiro e o cálculo do troco. Durante a interação, o estudante recebeu R\$ 10,00 para realizar sua compra e precisou tomar decisões sobre os itens adquiridos dentro do seu orçamento.

Ao longo da atividade, G demonstrou avanços na abstração pseudoempírica, ao utilizar a calculadora para verificar os valores, e na abstração reflexionante, ao calcular mentalmente os custos antes da conferência. Sua fala: "Eu gastei 9 reais e 25 centavos... Então o troco vai ser os 25 centavos mais os 50 centavos, que é os 75 centavos."

Nesta atividade G demonstra uma compreensão do sistema monetário e a capacidade de raciocínio lógico para validar operações financeiras. Esse comportamento está alinhado com a ideia de equilíbrio proposta por Piaget (1995), onde o estudante equilibra a assimilação (uso de estratégias conhecidas) com a acomodação (adaptação a novas situações). Além do aprendizado matemático, a atividade reforçou a autonomia moral, uma vez que o estudante precisou tomar decisões sobre suas compras e avaliar opções dentro do orçamento disponível. Essa reflexão sobre as transações financeiras contribui para o desenvolvimento da responsabilidade e do pensamento crítico sobre o uso do dinheiro.

Considerações Finais

A aplicação prática da teoria de desenvolvimento cognitivo de Piaget (1977) no ensino de Matemática para um estudante cego demonstrou a eficácia das abordagens pedagógicas baseadas na abstração empírica e reflexionante. As atividades desenvolvidas, como a manipulação de dinheiro e simulações de compras, permitiram que o estudante aplicasse conceitos abstratos em contextos reais, promovendo um aprendizado significativo e a internalização de princípios éticos e morais.

Os resultados mostraram que a abstração empírica, é caracterizada pela extração de informações diretamente dos objetos, nos estágios iniciais do desenvolvimento cognitivo. Por meio da interação com dinheiro, o estudante conseguiu desenvolver habilidades fundamentais de composição e decomposição de valores monetários e cálculos mentais, conforme descrito por Piaget (1995). Este processo de aprendizagem ativa, onde a criança explora e manipula o ambiente, para chegar a construção de conhecimento.

A transição para a abstração reflexionante, que envolve a coordenação de ações e a reorganização interna do conhecimento, foi facilitada pelas atividades práticas que incentivaram a reflexão sobre as próprias ações. A capacidade do estudante de refletir sobre suas decisões e ajustar seus esquemas mentais demonstrou o processo de equilíbrio descrito por Piaget (1995), onde o equilíbrio entre assimilação e acomodação é importante para o crescimento cognitivo.

As práticas pedagógicas baseadas na teoria de Piaget (1977), aliadas aos princípios da Educação inclusiva estabelecidos pela LDB e pela BNCC, mostraram-se eficazes na promoção da autonomia intelectual e moral do estudante. A inclusão de atividades que envolvem a manipulação de objetos concretos e a reflexão sobre as ações proporcionou um ambiente de aprendizagem democrático e participativo, conforme preconizado pela LDB.

Referências

- Becker, F. (2014). Abstração pseudoempírica e reflexionante: significado epistemológico e educacional. *Schème – Revista Eletrônica de Psicologia e Epistemologia Genéticas*, 6(Número Especial), 104-128. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/126295>. Acessado em: 25 fev. 2024.
- Brasil (1996). Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da Educação nacional. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm. Acessado em: 25 fev. 2024.
- Brasil (2018). Base Nacional Comum Curricular. Educação é a base: BNCC. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. Brasília, DF. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 19 abr.2021.
- Hoffmann, L. O., Groenwald, C. L. O., & Geller, M. (2022). Inclusão cognitiva nos campos conceituais aditivo e multiplicativo de um estudante cego. *Sisyphus - Journal of Education*, 10(3), 116-140. <https://doi.org/10.25749/sis.2737>
- Lüdke, M., & André, M. E. D. A. (2013). *Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: EPU.
- Montangero, J., & Maurice-Naville, D. (1998). *Piaget e a inteligência*. Porto Alegre: Artmed.
- Piaget, J. (1977). *A tomada de consciência: com a colaboração de A. Blanchet*. São Paulo: Melhoramentos / Ed. da Universidade de São Paulo.
- Piaget, J. (1995). *Abstração reflexionante: relações lógico-matemáticas e ordem das relações espaciais*. Porto Alegre: Artes Médicas.