

Noção de Velocidade Segundo a Epistemologia Genética de Piaget

Speed Notion According to Piaget's Genetic Epistemology

João Debastiani Neto^{a*}; Tiago Tadeu Gonçalves^b

^aUniversidade Estadual de Maringá, Departamento de Ciências.
^bUniversidade Estadual de Maringá, Curso de Licenciatura em Física.
*E-mail: netto.jdn@hotmail.com.

Resumo

A noção de velocidade é frequentemente utilizada por pessoas em suas atividades diárias, sendo um dos objetos formais de estudos da Física. A preocupação em encontrar uma definição exata para este conceito levou vários pesquisadores a formularem diversas teorias. A mecânica newtoniana propõe a velocidade como uma função da distância percorrida em um dado intervalo de tempo ($\text{Velocidade} = \text{Distância} / \text{Tempo}$), já a teoria da Relatividade, proposta por Einstein, sugere que a velocidade seja definida em função do tempo. No entanto, pode-se indagar sobre como este conceito se constrói nas estruturas cognitivas do sujeito, isto é, a noção de velocidade se estrutura individualmente, ou depende do tempo? Existem outros fatores que influenciam na construção desta noção? Desta forma, este trabalho tem como objetivo investigar como se desenvolve a noção de velocidade em crianças de sete a onze anos de idade, segundo a Epistemologia Genética de Piaget, utilizando como metodologia para coleta de dados, o Método Clínico Crítico. Entende-se que, com os resultados deste trabalho, é possível compreender que a noção de velocidade apresenta um caráter construtivo na estrutura cognitiva das crianças, assim como o conhecimento em geral, e que só ao final do estágio operatório-concreto o sujeito é capaz de argumentar com segurança sobre o referido conceito.

Palavras-chave: Construção do Conhecimento. Método Clínico Crítico. Operatório-Concreto.

Abstract

The notion of speed is often used by people in their daily activities, one of the formal objects of physics' study. The concern to find an exact definition for this concept has led many researchers to formulate several theories. Newtonian mechanics proposes the speed as a function of distance traveled in a given time interval ($\text{speed} = \text{distance} / \text{time}$); since the theory of relativity proposed by Einstein suggests that the speed is defined as a function of time. However, we may ask how this concept is built on the cognitive structures of the subject, that is, the notion of speed is structured individually, or does it depend on time? Are there other factors that influence the construction of this notion? Thus, this study aims to investigate how to develop the notion of speed in children from seven to eleven years of age, according to Piaget's Genetic Epistemology, using as a methodology for data collection, his Clinical Method Critical. We believe that with the results of this work, we can understand that the notion of speed has a constructive character in the Children's cognitive structure, as well as knowledge in general, and only at the end of operative concrete stage the subject is able to argue with safety that concept.

Keywords: Knowledge Construction. Clinical Critical Method. Operative-Concrete.

1 Introdução

A construção do conhecimento no sujeito é uma temática ampla e complexa. Diferenciando-se da tradição filosófica que aborda questões gerais acerca do que é conhecimento, por exemplo, com base em reflexões e especulações, Piaget (1973) propôs examinar como determinadas noções científicas se desenvolvem precocemente ao longo do tempo na criança. Para tanto, debruçou-se sobre uma questão central em suas pesquisas envolvendo saber como o pensamento procede de um estado de menor conhecimento a um estado de conhecimento mais complexo?

O que Piaget propõe é retornar as origens do conhecimento, em que a epistemologia tradicional conhecia apenas os estados superiores, isto é, resultados acabados de um complexo processo de formação. Nas diferentes pesquisas sobre o número, as noções causais e espaço-temporais encontram a mesma preocupação: traçar um paralelo entre dois planos,

o psicogenético e o histórico. Por isso, a epistemologia piagetiana não é uma disciplina filosófica como a epistemologia tradicional, mas se constitui em uma área de conhecimento interdisciplinar, que se afasta do método especulativo por estudar a gênese das estruturas e das noções científicas, tais como, de fato, se constituíram em cada uma das ciências e procura desvendar, por meio da experimentação, os processos fundamentais de formação do conhecimento na criança.

Dessa forma, a Epistemologia Genética proposta por Piaget (1971, p.11) é uma:

[...] epistemologia que é naturalista sem ser positivista, que põe em evidência a atividade do sujeito sem ser idealista, que se apoia também no objeto sem deixar de considerá-lo como um limite (existente, portanto, independentemente de nós, mas jamais completamente atingido) e que, sobretudo, vê no conhecimento uma elaboração contínua: é este último aspecto da epistemologia genética que suscita mais problemas e são estes que se pretende equacionar bem, assim como discutir exaustivamente.

A questão da Epistemologia Genética não será apenas “como se conhece?” ou “O que se pode conhecer?” No entanto, incorpora-se a questão de como os conhecimentos aumentam, ou como se passa de um conhecimento mais simples para um conhecimento mais complexo.

As pesquisas de Piaget foram centradas em crianças e adolescentes. Ele investigou como crianças resolvem e compreendem problemas relacionados ao conhecimento científico. O objetivo permanente era observar e caracterizar os níveis pelos quais as crianças e os jovens passavam para estruturar os conhecimentos (PIAGET, 2007).

A originalidade do trabalho de Piaget foi realizar pesquisas com crianças observando como elas resolviam situações e problemas envolvendo conceitos científicos, como desenvolviam procedimentos para isto, e como justificavam as respostas. Segundo Macedo (2005), o professor transmite conhecimentos científicos, mas não se interessa em saber como as crianças criam os recursos para isto. As metodologias a serem trabalhadas nas escolas devem partir dos esquemas de assimilação da criança, propondo atividades desafiadoras que provoquem desequilíbrios para que a criança ou o adolescente realize sucessivas equilibrações, promovendo descobertas e construção de novas estruturas ou capacidades de conhecimento.

Tais afirmativas vêm corroborar o construtivismo proposto por Piaget (2010), o qual afirma que o conhecimento não é algo inato em um indivíduo, como afirmavam os aprioristas. De igual maneira, o conhecimento não é exclusivamente alcançado por meio da observação do meio envolvente, como declara o empirismo. O conhecimento é construído graças a interação entre indivíduo e o meio, de acordo com estruturas que fazem parte do próprio sujeito. Dessa forma, compartilhe-se das ideias de Piaget (1993) que mostram que todo o conhecimento é construído progressivamente, em particular, as noções de espaço, tempo e velocidade, que foram objeto de estudos desse autor.

Piaget (2002) afirma que as noções de tempo, de distância e de velocidade, além de estarem intimamente ligadas umas as outras, estão diretamente envolvidas no cotidiano de qualquer pessoa. Seja no trajeto de casa ao trabalho, de casa à escola, ou em uma viagem qualquer, sempre se está calculando o tempo e a velocidade necessária para percorrer determinadas distâncias.

Apesar de estar presente no cotidiano das pessoas e de ser estudada desde o Ensino Fundamental, a noção de velocidade sempre proporcionou aos pesquisadores algumas inquietações: Ela é construída de forma independente? É possível falar de velocidade sem levar em consideração o tempo e a distância? Com que idade o indivíduo é capaz de construir tais noções? Essas dúvidas levaram Albert Einstein a questionar Jean Piaget sobre a formação dessas noções na estrutura cognitiva das pessoas. Piaget (2002) relata que a formação das noções de movimento e velocidade só ocorre por meio de longa

elaboração, primeiro sensorio-motora, depois intuitiva e, por fim, operatória.

Seguindo uma sugestão de Albert Einstein, Piaget (2002) estudou a gênese da noção de tempo, escrevendo assim vários textos, em especial, *A noção de tempo na criança* no qual busca, dentre outras coisas, formar por meio dos dados psicogenéticos, uma teoria psicogenética sobre o tempo relativamente ao espaço e à velocidade.

Segundo Piaget (2002), o tempo é a coordenação dos movimentos: quer se trate dos deslocamentos físicos ou movimentos no espaço, ou os movimentos internos que são as ações simplesmente esboçadas, antecipadas ou reconstituídas pela memória, mas cujo desfecho e objetivo final é também espacial.

O espaço é um instantâneo tomado sobre o curso do tempo e o tempo é o espaço em movimento, sendo que os dois constituem o conjunto das relações de implicação e ordem que caracterizam os objetos e os seus deslocamentos. Este autor percebeu que crianças, que estavam no estágio pré-operatório (dois a sete anos), não eram capazes de coordenar sucessões temporais e espaciais, assim como não conseguiam julgar quando os movimentos eram simultâneos. Outra grande dificuldade dessas crianças era distinguir as noções de velocidade, de tempo e de distância.

Segundo Carvalho e Teixeira (1985), não só Piaget se preocupou em pesquisar a noção de velocidade. Outros autores, como Lovel, Kellett e Moorhouse (1962) realizaram estudos relativos a esta noção, ainda que em grande maioria tenham se baseado nos trabalhos realizados por Piaget. Dessa maneira, observando os dados de pesquisas anteriores, como a de Roazzi e Castro Filho (2001), e intrigados sobre como a noção de velocidade se constrói, inicia-se a presente investigação que consistiu da aplicação de exames piagetianos, utilizando o Método Clínico Crítico, objetivando investigar como se desenvolve a noção de velocidade em crianças de sete a onze anos de idade, segundo a Epistemologia Genética de Piaget.

2 Material e Métodos

Estudos até então realizados por Piaget mostravam que não apenas os conceitos de tempo e velocidade, mas todo o conhecimento é construído progressivamente. Isso tem implicações epistemológicas, além de pedagógicas, pois o conhecimento não pode ser simplesmente transmitido, mas sim construído. Diante disso, surgiram os seguintes questionamentos: será que o que se estuda na teoria acontece na prática? O que uma criança entende por velocidade? A partir de que momento a noção de velocidade é construída pela criança? Para sanar tais dúvidas, foi elaborado um roteiro de atividades norteadas pela Epistemologia Genética, utilizando o Método Clínico Crítico de Piaget para constatar a relação entre teoria e prática, buscando identificar como a noção de velocidade se constrói na estrutura cognitiva de crianças de sete a onze anos e se é possível observar novos fatores que

deveriam ser considerados.

2.1 Metodologia

A pesquisa foi realizada em uma escola municipal localizada na cidade de Goioerê, um município de pequeno porte, situado na região Noroeste do estado do Paraná. A pesquisa contou com a participação de dez crianças, de sete a onze anos, sendo: duas com sete anos, duas com oito anos, duas com nove anos, duas com dez anos e duas com onze anos de idade.

A escolha pela faixa etária dos sete aos onze anos se justifica, pois Piaget (2002) observou que crianças que se encontram no período pré-operatório (dois aos sete anos, aproximadamente) não conseguem coordenar as sucessões temporais e espaciais, não julgando que os movimentos são simultâneos. Desta forma, acredita-se que, quando se aplicam estes exames piagetianos com a referida faixa etária, será possível verificar se realmente tais resultados **são observados nestes** sujeitos, além de analisar quais os fatores fundamentais para a não coordenação destas grandezas físicas.

Em função do objetivo e de a pesquisa estar intimamente ligada à análise dos exames piagetianos, adotou-se para a interpretação dos dados obtidos nas entrevistas o Método Clínico Crítico de Piaget. Este método é utilizado para investigar o nível de pensamento, avaliar a criatividade e as possibilidades cognitivas da criança.

Segundo Wadsworth (1984), o Método Clínico Crítico consiste na realização de entrevistas, nas quais o entrevistador faz perguntas a uma criança e fundamentado nas reações desta, observa, levanta hipóteses a respeito da capacidade conceitual e continua a fazer mais perguntas de acordo com as hipóteses que formulou.

Piaget, ao longo da trajetória como pesquisador, observou a necessidade de formular uma nova técnica de pesquisa que fugisse da rigidez do teste padronizado, mas que utilizasse os benefícios da observação, a fim de avaliar o nível de inteligência e construção de conceitos das crianças, formando assim o método clínico. Matuí (1995) relata que Piaget acrescentou um adjetivo “crítico” ao nome do método, pois segundo ele este método deve exigir do pesquisador muito cuidado quanto a resposta, pois deve questionar o porquê de cada resposta e também debater sobre as hipóteses explicativas das mesmas, por isso o nome “Método Clínico Crítico”.

Outro ponto positivo do Método Clínico Crítico de Piaget é que ele permite o diálogo entre o pesquisador e a criança a respeito do tema investigado. Apesar de se elaborar um roteiro para executar a atividade, este se apresenta de forma flexível, podendo ser adaptado para as características de cada criança.

Após estudos teóricos sobre os testes e elaboração das atividades a serem desenvolvidas, foi escolhida uma criança, que realizou as atividades em título de plano piloto. A partir disso, foram feitas as necessárias correções para que a pesquisa pudesse ser realizada de forma efetiva. Esclarece-se que, pela própria natureza do Método Clínico, os protocolos

não foram rígidos, houve alterações sempre que o sujeito indicou caminhos não previstos inicialmente.

Tanto no que se refere à escolha dos exames e materiais, e do referencial teórico, o pesquisador se apoiou nos seguintes textos: *A noção de tempo na criança*, de Piaget (2002); *O desenvolvimento da Noção de Tempo com Integração da Distância e da Velocidade*, de Roazzi e Castro Filho (2001); *Piaget para o professor da pré-escola e 1º grau*, de Wadsworth (1984); e *Les notions de mouvement et de vitesse chez l'enfant*, de Piaget (1972).

As entrevistas foram filmadas e os vídeos, assim como os materiais produzidos pelas crianças, se constituíram em informações para análise. Como se tratavam de sujeitos com idades inferiores a dezoito anos foi solicitada autorização para filmagem das entrevistas, mediante a leitura e assinatura do “Termo de Consentimento”, pelos responsáveis pelas crianças, além dos diretores das escolas e dos pesquisadores desse trabalho.

Para representar as crianças neste trabalho, são utilizadas as letras iniciais do nome de cada uma e entre parêntesis a idade, por exemplo, se uma criança se chama Paulo e têm oito anos e três meses, ela será representada pelo símbolo Pa (8:03).

As crianças que participaram da pesquisa foram indicadas pela diretora da escola em que se realizou a pesquisa, de acordo com os seguintes critérios: a) Ter idade entre sete e onze anos; b) Frequentar diariamente a escola; e c) Não apresentar deficiência cognitiva.

Foram realizadas nove atividades objetivando identificar ideias básicas, que crianças de sete a onze anos possuem, sobre velocidade. Apesar de estar diretamente envolvida na pesquisa, a palavra velocidade não foi usada durante os exames, em seu lugar sempre eram propostas palavras sinônimas.

As entrevistas foram realizadas em duas etapas e em sessões individuais que perduravam, aproximadamente, vinte e cinco minutos. Na primeira etapa, foram aplicadas as questões, de forma oral, com a apresentação dos problemas descritos em um papel sulfite de tamanho A4. Em seguida, na segunda etapa, as mesmas questões foram retomadas agora contando com o auxílio de maquetes para simular os movimentos estudados. Para facilitar as análises dos dados, todas as aplicações foram filmadas. A seguir, são apresentadas as nove atividades aplicadas.

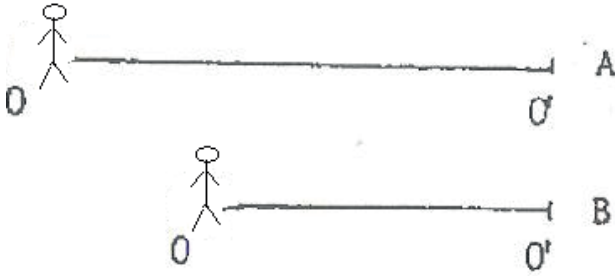
Atividade 1

Na atividade um foi apresentado aos entrevistados dois trajetos retilíneos de tamanhos diferentes, mas com os pontos de chegada coincidentes. O objetivo dessa primeira questão foi averiguar se as crianças tinham a percepção de diferenças entre velocidades, relacionando distância e tempo. Na Figura 1 apresenta-se a atividade um, proposta para os sujeitos analisados:

Enunciado: Um homem percorre a estrada A. Outro

homem percorre a estrada B. Os dois homens saem ao mesmo tempo dos pontos O e chegam juntos nos pontos O'. Qual dos dois homens você acha que andou mais rápido?

Figura 1: Atividade 1 - Simulação de dois trajetos retilíneos e de tamanhos diferentes com pontos de largada distintos e ponto de chegada coincidentes



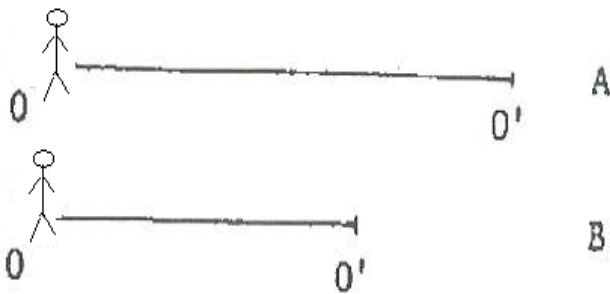
Fonte: O autor.

Atividade 2

A atividade 2 contava com dois trajetos também retilíneos e de tamanhos diferentes. No entanto, agora, os pontos de saída eram os que coincidiam, além do aspecto de que os tempos gastos durante o trajeto eram estipulados. A seguir, na Figura 2, apresenta-se esta atividade.

Enunciado: Um homem gasta seis segundos para percorrer a pista A saindo do ponto O e chegando em O'. Outro homem gasta seis segundos para percorrer a pista B saindo do ponto O e chegando em O'. Qual dos dois andará mais rápido?

Figura 2: Atividade 2 - Configuração de dois trajetos retilíneos de tamanhos diferentes, com pontos de saída coincidentes e pontos de chegada distintos



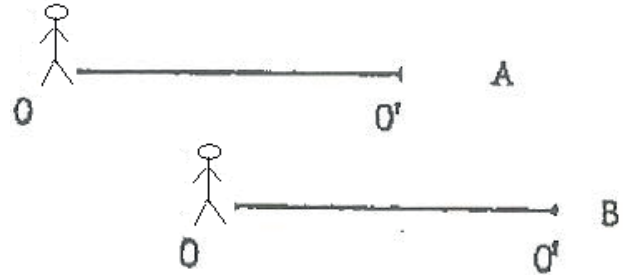
Fonte: O autor.

Atividade 3

Nessa atividade foram propostos dois trajetos de mesmo comprimento, mas com os pontos de saída e de chegada distintos, como mostra a Figura 3. O tempo gasto para percorrer as estradas A e B era o mesmo, por isso com essa questão se buscou identificar se os entrevistados eram capazes de julgar movimentos de mesma velocidade.

Enunciado: Um homem percorre a estrada A, do ponto O ao ponto O'. Outro homem percorre a estrada B indo do ponto O para O'. Se os dois partem ao mesmo tempo do ponto O e chegam juntos ao ponto O', qual dos dois homens você acha que andará mais rápido?

Figura 3: Atividade 3 - Configuração de dois trajetos de mesmo comprimento, mas com pontos de partida e chegada desalinhados



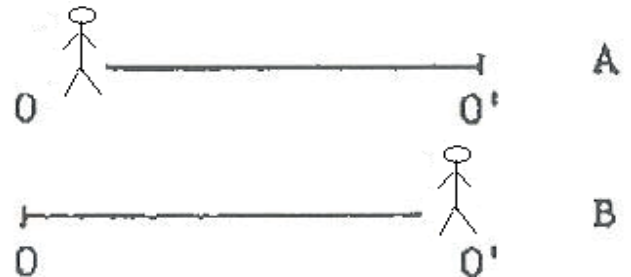
Fonte: O autor.

Atividade 4

A exemplo da atividade três, a quarta atividade trabalhou com movimentos de mesma velocidade, porém em sentidos opostos, como mostra a Figura 4.

Enunciado: Um homem percorre a pista A e gasta quatro segundos para sair do ponto O e chegar em O'. Outro homem percorre a pista B gastando quatro segundos para sair do ponto O e chegar em O'. Qual dos dois homens andou mais rápido?

Figura 4: Atividade 4 - Configuração de dois trajetos de mesmo comprimento, mas simulando movimentos em sentidos opostos



Fonte: O autor.

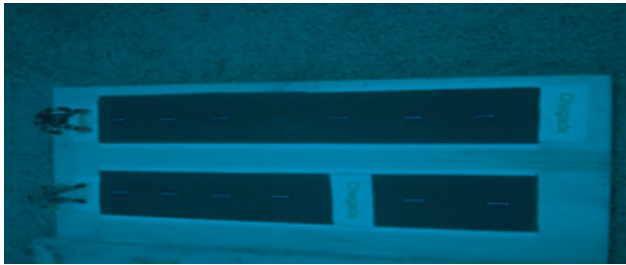
Após apresentadas essas quatro atividades para os sujeitos desta pesquisa, todas foram retomadas em uma segunda etapa, com o auxílio das maquetes que facilitaram a visualização dos movimentos que estavam sendo estudados, além de promover uma melhor interação entre entrevistados e atividades da pesquisa. Apresenta-se, a seguir, as Figuras 5, 6, 7 e 8 que ilustram as maquetes utilizadas para a coleta de dados referentes às atividades 1, 2, 3 e 4 respectivamente.

Figura 5: Maquete da atividade 1



Fonte: O autor.

Figura 6: Maquete da atividade 2



Fonte: O autor.

Figura 7: Maquete da atividade 3



Fonte: O autor.

Figura 8: Maquete da atividade



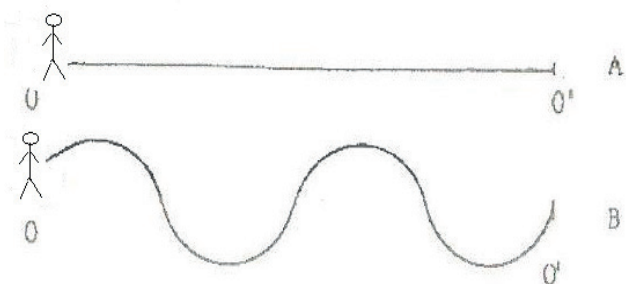
Fonte: O autor.

Atividade 5

Essa atividade, representada pela Figura 9, foi aplicada para verificar se os entrevistados consideravam a trajetória descrita (primeiro momento na folha sulfite e, em seguida, na maquete), ou se consideravam apenas os pontos de saída e chegada das mesmas, assim como as diferenças das distâncias percorridas.

Enunciado: Ao mesmo tempo em que um homem sai do ponto O percorrendo a pista A, outro homem sai do ponto O percorrendo a pista B. Se os dois homens chegarem juntos em O' qual dos dois andarás mais rápido?

Figura 9: Atividade 5 - Configuração de duas trajetórias distintas, uma retilínea e outra não-retilínea, com pontos de saída e chegada coincidentes



Fonte: O autor.

Atividade 6

Nessa situação proposta, apresentam-se as representações das pistas, sendo que uma trajetória era retilínea e outra curvilínea. Ressalta-se que os pontos de saída e de chegada coincidiam, como mostra a Figura 10. Aqui, se tem por objetivo verificar se há a percepção da diferença dos comprimentos entre os caminhos A e B.

Enunciado: Um homem percorre a pista A e outro homem percorre a pista B. Se os dois homens saem ao mesmo tempo do O e chegam juntos em O', qual dos dois andarás mais rápido?

Figura 10: Atividade 6 - Configuração de duas trajetórias distintas uma retilínea e outra não-retilínea com pontos de saída e chegada coincidentes



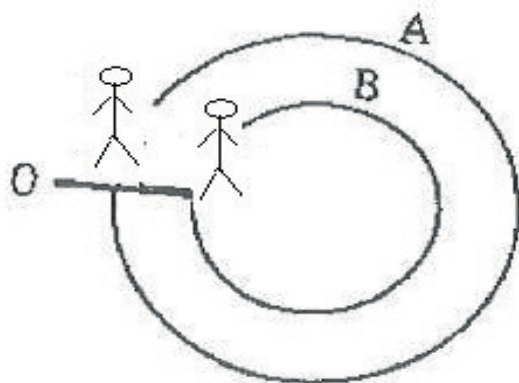
Fonte: O autor.

Atividade 7

Neste exame optou-se por trabalhar com duas estradas circulares, A e B, com diferentes medidas de raio, nas quais os bonecos gastavam o mesmo tempo para percorrê-las, como representada na Figura 11. O objetivo era verificar se os entrevistados eram capazes de perceber essa diferença de distâncias entre os caminhos e relacioná-la com coerência em resposta.

Enunciado: Um homem percorre a pista A e outro homem percorre a pista B. Os dois homens efetuam uma corrida largando ao mesmo tempo do ponto de partida O, dando uma volta completa pelas respectivas pistas e chegando juntos ao ponto de chegada O'. Qual dos dois homens você acha que andou mais rápido?

Figura 11: Atividade 7 - Configuração de duas trajetórias circulares concêntricas de raios diferentes



Fonte: O autor.

As atividades 5, 6 e 7 também foram retomadas na segunda etapa, porém com o auxílio de maquetes, que facilitavam a visualização dos movimentos que estavam sendo estudados. Apresentam-se, a seguir, as Figuras 12, 13 e 14, que representam as maquetes referentes às atividades 5, 6 e 7 respectivamente.

Figura 12: Maquete da atividade 5.



Fonte: O autor.

Figura 13: Maquete da atividade 6.



Fonte: O autor.

Figura 14: Maquete da atividade 7.



Fonte: O autor.

Atividade 8

Na oitava questão, representada pela Figura 15, surge algo diferente entre as questões que até então estavam sendo abordadas neste trabalho. Desta vez, o tempo gasto em cada trajeto é diferente, levando os indivíduos a raciocinar não somente com diferenças de comprimento, mas também com diferenças de tempo.

Enunciado: Um homem gasta cinco segundos para percorrer a pista A saindo do ponto O e chegando em O'. Outro homem gasta oito segundos para percorrer a pista B saindo do ponto O e chegando em O'. Qual dos dois homens você acha que andará mais rápido?

Figura 15: Atividade 8 - Configuração de duas trajetórias retilíneas de comprimento diferentes, com pontos de saída coincidentes e pontos de chegada distintos



Fonte: O autor.

Atividade 9

Nessa atividade usou-se o mesmo princípio da questão anterior, abordando conceitos de tempo e distância distintos, como mostra a questão na Figura 16.

Enunciado: Um homem gasta três segundos para percorrer a pista A, e outro homem gasta um segundo para percorrer a pista B. Qual dos dois homens andará mais rápido?

Figura 16: Atividade 9 - Configuração de duas trajetórias retilíneas de comprimento diferentes, com pontos de saída coincidentes e pontos de chegada distintos



Fonte: O autor.

Ao término da aplicação das atividades 8 e 9, mais uma vez, estas foram retomadas com o auxílio das maquetes para facilitar a visualização dos movimentos que estavam sendo abordados. A Figura 17 apresenta a maquete utilizada para abordar as atividades supracitadas.

Figura 17: Maquete das atividades 8 e 9



Fonte: O autor.

2.1.1 Grupos das atividades

As nove questões aplicadas foram divididas em três grupos distintos, aqui denominados de G1, G2 e G3. No Grupo 1 (G1) constam as atividades 1, 2, 3 e 4, enquanto que, no Grupo 2,

estão as atividades 5, 6 e 7, e no Grupo 3, as situações 8 e 9. Essa divisão foi necessária, uma vez que estes grupos de atividades abordadas apresentam características peculiares, a saber:

Grupo 1: O agrupamento destas quatro questões deve-se ao fato de que todas apresentam movimentos, cujas pistas eram retilíneas, e as distâncias percorridas podiam ser iguais ou distintas, e pela simultaneidade dos eventos de partida e de chegada em seu contexto.

Grupo 2: O agrupamento destas três questões foi devido ao fato de pelo menos uma das pistas possuir uma forma não-retilínea. Uma característica importante desse grupo é que se acredita poder verificar se as configurações dos caminhos interfeririam na resposta, já que os bonecos utilizados nas situações problemas “saíam juntos” e “chegavam juntos”, ou seja, o tempo era constante nos eventos.

Grupo 3: Estas últimas duas questões aqui se enquadram, pois apresentavam tanto os tempos como os espaços percorridos diferentes para cada um dos movimentos.

3 Resultados e Discussão

Segue a análise dos resultados obtidos separadamente, abordando individualmente os três grupos anteriores.

3.1 Grupo 1: Atividades 1, 2, 3 e 4

O Quadro 1 apresenta os resultados obtidos com cada sujeito nas quatro questões. Ressalta-se que estas atividades tinham por características principais a análise de movimentos, cujas pistas eram retilíneas, cujas distâncias percorridas podiam ser iguais ou distintas e há simultaneidade dos eventos de partida e de chegada em seu contexto.

Quadro 1: Atividades 1, 2, 3 e 4 – noção de velocidade

Sujeito	Questão 1	Questão 2	Questão 3	Questão 4
Lu (7:02)	E→c	E→E	E→E	c→C
Ma (7:03)	c→c	E→c	E→c	E→c
Le (8:04)	E→c	E→E	c→C	c→c
Ma (8:05)	E→c	E→c	E→E	c→c
St (9:02)	c→c	E→E	E→C	c→C
De (9:09)	E→E	E→C	E→C	E→C
Gi (10:01)	C→C	C→C	C→C	C→C
Lu (10:04)	E→E	C→C	E→E	E→c
Ra (11:04)	c→C	C→C	C→C	c→C
Ju (11:06)	E→c	E→C	C→C	C→C

E = Resposta errada; c = Resposta certa, mas sem justificativas corretas; C = Resposta certa com justificativa correta; → Indica a resposta após observar os movimentos na maquete.

Fonte: Dados da pesquisa.

Na atividade 1 se obteve várias respostas erradas, com pequenos registros de respostas certas sem justificativas corretas. Um aspecto interessante foi que, por meio do uso da maquete no desenvolvimento dessa atividade, foi possível observar a mudança na resposta, a qual deixou de ser errada e passou a ser certa, porém sem justificativas corretas. Exceto o caso de Gi (10:01) e Ra (11:04), não se pode verificar respostas

certas com justificativas corretas. Dessa forma, corroboram-se nesta pesquisa os estudos de Piaget (2002), que afirmam que as crianças de menor idade relacionam, normalmente, a velocidade maior com a menor distância, ou tomando como referência o ponto de partida e chegada. Isso foi observado nas respostas de Lu (7:02) e Ma (8:05):

- Lu (7:02): “A estrada é menor, por isso ele foi mais rápido”.
- Ma (8:05): “Se eles saíram juntos e chegaram juntos, ninguém foi mais rápido”.

Para alguns alunos, o fato de terem verificado o movimento dos bonecos na maquete foi relevante para que modificassem suas respostas de erradas para certas, porém sem justificativas lógicas. Este é o caso de Le (8:04) e Ju (11:06) como apresentados adiante:

Antes da maquete:

- Le (8:04): “O da estrada B andou mais rápido, porque a estrada é menor”.
- Ju (11:06): “O B, porque a distância é menor”.

Depois da maquete:

- Le (8:04): “O homem andou mais rápido, porque estava com pressa”. (Referindo-se a estrada A).
- Ju (11:06): “Deu para ver que ele estava andando mais rápido”. (Referindo-se a estrada A).

Em relação à atividade 2, também se pode constatar um número elevado de respostas erradas sem justificativas corretas, com ressalva das crianças com idade acima dos nove anos. As crianças entre sete e nove anos (início do estágio operatório concreto) quase sempre alegam que a velocidade é inversamente proporcional à distância, ou seja, quanto menor a distância maior a velocidade. Este é o caso de Le (8:04) e Lu (7:02).

- Le (8:04): “Quando a estrada é menor, dá para correr mais rápido”.
- Lu (7:02): “Os dois, porque eles gastaram 6 segundos”.

Novamente se pode afirmar que as atividades, quando trabalhadas com a maquete, foram fundamentais para que os alunos mudassem as respostas, que eram erradas e certas sem justificativas corretas, para certas sem justificativas corretas e certas com justificativa correta, respectivamente.

Citam-se os exemplos de Ma (8:05) e Ju (11:06) que corroboram tal aspecto:

Antes da maquete:

- Ma (8:05): “A estrada B, porque ela é menor”.
- Ju (11:06): “Os dois andaram igual, porque gastaram seis segundos”.

Depois da maquete:

- Ma (8:05): “O de preto estava correndo e o outro andando”.
- Ju (11:06): “O de preto andou mais rápido porque a estrada é maior e os dois gastaram seis segundos”.

A atividade 3 gerou algumas dúvidas em relação ao tamanho das pistas. Observe a fala de Gi (10:01) e Le (10:04).

- Gi (10:01): “Teria que ter uma régua para ver qual estrada é maior”.

- Le (10:04): “Parece que a estrada B é maior, mais não sei direito”.

Acredita-se que tal situação ocorreu, porque as estradas tinham o mesmo comprimento e os pontos de partida e chegada estavam desalinhados. No entanto, alunos como Ra (11:04) não tiveram dificuldades em resolver tal situação problema, conseguindo relacionar noções básicas de velocidade com tempo e espaço.

- Ra (11:04): “Nenhum dos dois andou mais rápido, porque é tudo igual”. (Referindo-se ao comprimento das estradas).

Com relação ao primeiro grupo, composto pelas quatro atividades supracitadas, a atividade 4 foi a que obteve maior número de respostas certas. Acredita-se, assim como Piaget (2002), que tal fato se deu por causa do alinhamento dos pontos de partida e chegada. Observe a fala de Gi (10:01) que corrobora tal afirmação:

- Gi (10:01): “É a mesma coisa, estes estão andando igual só que um está indo e o outro voltando”.

Pode-se considerar o trecho “é a mesma coisa”, como se esta criança se referisse aos dois trajetos como sendo idênticos, ou seja, ela possui noções básicas espaciais de reversibilidade. Contrariamente ao raciocínio de Gi (10:01), o sujeito De (9:09) ainda não construiu noções espaciais à altura, cometendo equívocos na interpretação das atividades, como aconteceu, quando questionado por qual motivo o homem do trajeto B chegou primeiro que o do trajeto A.

- De (9:09): “Para voltar é mais rápido”.

3.2 Grupo 2: Atividades 5, 6 e 7

O Quadro 2 indica os resultados obtidos com cada sujeito nas três questões referidas. Ressalta-se que estas atividades tinham por características principais o fato de pelo menos uma das pistas possuir forma não-retilínea e que os homens “saíram juntos” e “chegavam juntos”, ou seja, o tempo era constante nos eventos.

Quadro 2: Atividades 5, 6, 7 – noção de velocidade

Sujeito	Questão 5	Questão 6	Questão 7
Lu (7:02)	E→c	E→c	E→c
Ma (7:03)	E→E	E→c	c→c
Le (8:04)	E→c	E→E	E→E
Ma (8:05)	E→E	E→C	E→C
St (9:02)	C→C	E→E	E→C
De (9:09)	c→C	c→C	E→C
Gi (10:01)	c→C	C→C	C→C
Lu (10:04)	E→E	E→c	E→c
Ra (11:04)	E→c	c→C	C→C
Ju (11:06)	E→C	c→C	C→C

E= Resposta errada; c= Resposta certa, mas sem justificativas corretas; C= Resposta certa com justificativa correta; → Indica a resposta após observar os movimentos na maquete.

Fonte: Dados da pesquisa.

Nessas três questões do segundo grupo, pode-se observar um elevado número de erros nas respostas, principalmente nas atividades 5 e 6. Tal aspecto já era esperado, uma vez que

teriam de relacionar o espaço percorrido com os pontos de partida e chegada do trajeto. Algumas respostas, como a de Le (8:04), mesmo sendo certa (com relação a quem chegaria primeiro, o boneco do trajeto retilíneo ou do curvilíneo), apresenta uma justificativa incorreta, como relatado a seguir:

- Le (8:04): “Curvas são escorregadias, por isso quem foi na estrada reta é mais rápido”.

Em relação ao Grupo 2, o número de sujeitos que modificou as respostas para certas, com justificativas corretas, diminuiu. Tal característica se deve ao fato dos trajetos não serem retilíneos e pelos pontos de partida e chegada coincidirem. Isso pode gerar dúvidas nas estruturas cognitivas do sujeito, uma vez que, mesmo apresentando trajetos distintos, o fato de partirem e chegarem em pontos coincidentes implica deslocamentos iguais.

Ressalta-se que alguns sujeitos, como Lu (10:04), conseguiram visualizar com o auxílio das maquetes as diferenças de velocidade, porém não justificaram com argumentos corretos, relatando somente quem foi o mais rápido.

- Lu (10:04): “Parece que esse aqui está correndo e o outro andando”.

Na atividade 6 foi trabalhado o mesmo problema da atividade 5, na qual fatores externos como subida e curva foram determinantes para as respostas, como a fala de Ma (7:03).

- Ma (7:03): “Andar reto é mais fácil do que subir e descer”.

Interessante analisar a fala de St (9:02) que mesmo com trajetos de comprimentos distintos, vinculou a ideia de velocidade unicamente com a questão do tempo gasto no evento.

- St (9:02): “Se eles empataram a corrida, então ninguém correu mais rápido”.

Observa-se que a noção de velocidade que St (9:02) tem está vinculada, unicamente, à ideia de tempo, não considerando o deslocamento, ou seja, a criança não leva em consideração a diferença entre as distâncias do caminho reto e do caminho curvo. Diferentemente de Gi (10:01), que conseguiu vincular a ideia de velocidade às noções de tempo e espaço, como apresentado em sua fala:

Gi (10:01): “Este (boneco da estrada B) andou mais rápido porque a pista dele é mais longa e eles saíram e chegaram juntos”.

Foi possível observar que devido a atividade 7 apresentar dois caminhos circulares concêntricos, as crianças tiveram facilidade em observar qual dos caminhos tinha maior comprimento, o que favoreceu o surgimento de um maior número de respostas certas. A seguir são apresentadas as respostas de Le (8:04) e De (9:09):

- Le (8:04): “Quem andou na estrada de dentro foi mais rápido, porque ela é menor”.
- De (9:09): “Quem andou na estrada de fora teve que andar a passos longos para chegar junto com o outro”.

3.3 Grupo 3: Atividades 8 e 9

O Quadro 3 indica os resultados obtidos com cada sujeito nas duas atividades referidas. Ressalta-se que estas tinham por características principais o fato de apresentarem os tempos e os espaços percorridos diferentes para cada um dos movimentos.

Quadro 3: Atividades 8 e 9 – noção de velocidade.

Sujeito	Questão 8	Questão 9
Lu (7:02)	c→c	E→c
Ma (7:03)	c→c	c→c
Le (8:04)	c→c	c→C
Ma (8:05)	c→c	C→C
St (9:02)	c→C	C→C
De (9:09)	C→C	C→C
Gi (10:01)	C→C	C→C
Lu (10:04)	C→C	C→C
Ra (11:04)	c→C	c→C
Ju (11:06)	C→C	C→C

E= Resposta errada; c= Resposta certa, mas sem justificativas corretas; C= Resposta certa com justificativa correta; → Indica a resposta após observar os movimentos na maquete.

Fonte: Dados da pesquisa.

Na atividade 8 foram obtidas todas as respostas certas, algumas com justificativas corretas e outras não. Vejam-se as respostas de Ma (8:05) e Gi (10:01) que indicam tal característica:

- Ma (8:05): “Ele gastou só cinco segundos e o outro oito, então ele foi mais rápido”.
- Gi (10:01): “Ele foi mais rápido, porque andou mais longe em menos tempo”.

Note que Ma (8:05), mesmo respondendo certo, não conseguiu vincular a ideia de velocidade, com o deslocamento do boneco e com o tempo gasto, considerando unicamente a segunda grandeza para realizar o trajeto. No entanto, Gi (10:01) conseguiu integrar distância e tempo, de forma concreta formando assim o conceito de velocidade como se conhece.

A exemplo da situação problema 8, na atividade 9 muitos dos entrevistados relacionavam maior velocidade a menor tempo, com exceção de alguns que não falavam só de tempo, mas de tempo e de velocidade.

- Gi (10:01): “Este andou mais rápido, porque mesmo a estrada sendo menor, ele gastou só um segundo e poderia gastar mais dois segundos para andar a mesma distância que o outro”.
- Ju (11:06): “Ele andou mais rápido, porque se as estradas fossem do mesmo tamanho, mesmo assim ele não teria gasto mais do que dois segundos para chegar no final”.

4 Conclusão

O trabalho abordou as noções básicas de velocidade, por meio do tempo e do deslocamento, buscando a origem do desenvolvimento desses conceitos nas noções de crianças de sete a onze anos. A pesquisa foi realizada apenas com crianças do estágio operatório concreto, tendo por procedimentos metodológicos o Método Clínico Crítico Piagetiano.

Após realizadas as análises das respostas obtidas, verificou-se que a visualização do movimento por meio das maquetes, não foi suficiente para que todos os entrevistados fornecessem respostas certas com justificativas corretas, mas aumentou o percentual de respostas certas.

Outro aspecto importante a ser ressaltado é que os entrevistados de menor idade não eram capazes de defender as respostas, quando questionados por meio do método Clínico de Piaget, mudando várias vezes de opinião durante a interrogação clínica em torno da mesma questão.

Apenas três [Gi(10:01), Ra(11:04) e Ju(11:06)] das dez crianças entrevistadas se mostraram seguras em suas respostas. Note-se que a noção de velocidade surge durante o estágio operatório concreto, mas é somente no final desse estágio que se pode falar em conceito de velocidade, da compreensão desse fenômeno de forma efetiva.

Em resumo, conclui-se que a noção de tempo somente é construída quando a criança já tem a noção de velocidade sob uma forma operatória, isto é, como uma relação entre o espaço percorrido e essa dimensão (tempo), comum às diferentes velocidades, mas isso só será possível no operatório formal. Os conceitos de tempo, de distância e de velocidade não estão presentes a priori na mente da criança, mas requerem sucessivas construções. Inicialmente, a criança pré-operatória julga levando em consideração somente o ponto de parada. No operatório concreto (sete a onze anos), a criança começa a considerar outros fatores, como ponto de partida. É um passo importante na direção da descentração, mas ainda intuitivamente. Finalmente, no estágio operatório formal (doze anos em diante, em média), a criança obtém o pleno domínio da noção de velocidade atrelado às ideias de tempo e deslocamento, se ela dispuser de um meio que problematize essas noções.

Enfim, analisando os resultados dessa atividade de pesquisa, o que mais ficou de interessante, para o futuro professor, foram os indícios de como o conhecimento é construído. Compreender como as crianças começam compreendendo a ideia de velocidade desvinculada das noções de espaço e tempo e, progressivamente, vão construindo novas estruturas cognitivas, que possibilitam evoluir na direção dos conceitos equivalentes. Isso pode acontecer no início das operações formais e, ainda mais, no decorrer dessas operações e, depois, da vida adulta. Compreendendo o caráter construtivo do conhecimento, o professor poderá, com isso, subsidiar as ações pedagógicas de modo a dar continuidade ao processo de construção dessas noções ou conceitos.

Referências

- CARVALHO, A.M.P.; TEIXEIRA, O.P.B. O conceito de velocidade em alunos da 5ª série do 1º Grau: Um estudo a partir de questões de sala de aula. *Rev. Fac. Educ.*, p.173-191,1985.
- LOVELL, K.; KELLETT, V.L.Y.; MOORHOUSE, E. The growth of the concept of speed: a comparative study. *J. Child Psycho. Psychiatr.*, v3, p.101-110, 1962.

- MACEDO, L. *Ensaio pedagógico: como construir uma escola para todos?* Porto Alegre: ArtMed, 2005.
- MATUÍ, J. *Construtivismo: teoria construtivista sócio-histórica aplicada ao ensino*. São Paulo: Moderna, 1995.
- PIAGET, J. *A formação do símbolo na criança, imitação, jogo, sonho, imagem e representação de jogo*. São Paulo: Zahar, 1971.
- PIAGET, J. *A noção de tempo na criança*. Rio Janeiro: Record, 2002.
- PIAGET, J. *Epistemologia genética*. São Paulo: Martins Fontes, 2007.
- PIAGET, J. *Les notions de mouvement et de vitesse chez l'enfant*. Paris: Presses Univ. de France, 1972.
- PIAGET, J. *Psicologia e pedagogia*. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2010.
- PIAGET, J. INHELDER, B. *A representação do espaço na criança*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1993.
- PIAGET, J. *Psicologia e epistemologia: por uma teoria do conhecimento*. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1973.
- ROAZZI, A.; CASTRO-FILHO, J.A. O desenvolvimento da Noção de Tempo como integração da Distância e da Velocidade. *Psicol. Reflexão Crítica*, p.497-503, 2001.
- WADSWORTH, B.J. *Piaget para o professor da pré-escola e 1º grau*. São Paulo: Pioneira, 1984.