
APRENDIZAGEM EM MOVIMENTO RETILÍNEO COM ROBÓTICA FUNDAMENTADO NA TEORIA HISTÓRICO-CULTURAL DA ATIVIDADE

LEARNING IN RECTILINEAR MOTION WITH ROBOTICS BASED ON THE HISTORICAL-CULTURAL THEORY OF ACTIVITY

APRENDIZAJE EN MOVIMIENTO RECTILÍNEO CON ROBÓTICA BASADO EN LA TEORÍA HISTÓRICO-CULTURAL DE LA ACTIVIDAD

Fairuz Cunha Daoud*
Hector José Garcia Mendoza**

RESUMO

Este artigo é resultado de uma dissertação de mestrado que tem por objetivo a aprendizagem em Movimento Retilíneo por meio da robótica, fundamentado na teoria Histórico-Cultural da Atividade, com base nas perspectivas de Galperin, Talízina e Majmutov. A pesquisa foi desenvolvida com estudantes do 1º Ano do Novo Ensino Médio do Centro de Educação do Trabalhador João de Mendonça Furtado – Sesi/RR. Utilizou-se a Atividade de Situações Problema Discente como metodologia de ensino orientada pela resolução de problemas. A abordagem metodológica abordada foi mista, com enfoque predominante qualitativo, realizada com dez estudantes. Os resultados apontam que o uso da robótica associado à Atividade de Situações-Problema Discente favoreceu a aprendizagem dos conceitos de Movimento Retilíneo, ampliando o engajamento dos estudantes e contribuindo para o desenvolvimento das ações mentais previstas pela teoria.

Palavras-chaves: Ensino da Física. Resolução de problemas. Atividade de Situações Problema Discente. Sistema Galperin, Talízina e Majmutov.

ABSTRACT

This article presents results from a master's dissertation that aimed to investigate learning in Rectilinear Motion through the use of robotics, based on the Historical-Cultural Theory of Activity and the perspectives of Galperin, Talízina, and Majmutov. The study was conducted with 1st-year students of the New High School at the Centro de Educação do Trabalhador João de Mendonça Furtado – Sesi/RR. The Activity of Student Problem Situations (ASPD) was used as a teaching methodology oriented toward problem solving. The methodological approach was mixed, with a predominant qualitative focus, and was carried out with ten students. The results indicate that the use of robotics associated with the ASPD favored the learning of Rectilinear Motion concepts, increased student engagement, and contributed to the development of the mental actions predicted by the theory.

* Mestre em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Estadual de Roraima (UERR). Professora da Prefeitura Municipal de Boa Vista (PMBV), Boa Vista, RR, Brasil. E-mail: fairuzdaoud@gmail.com. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3716-7045>. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1892611372399052>

** Doutorado em Educação pela Universidade de Jaén (UJAEN). Professor Departamento de Matemática da Universidade Federal de Roraima (UFRR), Boa Vista, RR, Brasil. E-mail: hector.mendoza@live.com. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-0346-8464>. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1661826896260586>



Keywords: Physics teaching. Problem solving. Student Problem Situation Activity. Galperin, Talízina and Majmutov system.

RESUMEN

Este artículo presenta los resultados de una disertación de maestría cuyo objetivo fue investigar el aprendizaje del Movimiento Rectilíneo mediante el uso de la robótica, fundamentado en la Teoría Histórico-Cultural de la Actividad y en las perspectivas de Galperin, Talízina y Majmutov. La investigación se desarrolló con estudiantes del 1º Año del Nuevo Bachillerato del Centro de Educación del Trabajador João de Mendonça Furtado – SESI/RR. Se utilizó la Actividad de Situaciones Problema Discente (ASPD) como metodología de enseñanza orientada a la resolución de problemas. El enfoque metodológico fue mixto, con predominancia cualitativa, y se llevó a cabo con diez estudiantes. Los resultados señalan que el uso de la robótica asociado a la ASPD favoreció el aprendizaje de los conceptos de Movimiento Rectilíneo, aumentó el compromiso de los estudiantes y contribuyó al desarrollo de las acciones mentales previstas por la teoría.

Palabras clave: Enseñanza de la Física. Resolución de problemas. Actividad de Situaciones Problema Docente. Sistema de Galperin, Talízina y Majmutov.

1 INTRODUÇÃO

A robótica educacional tem se mostrado um instrumento mediador capaz de materializar conceitos considerados abstratos da Física. Essa proposta dialoga diretamente com as contribuições de P. Ya. Galperin e N. F. Talízina, que destacam a importância da orientação da atividade mental no processo de aprendizagem. Com base na Teoria da Atividade (Leontiev, 1981), compreende-se que o conhecimento não é algo simplesmente transmitido ao estudante; ele se forma progressivamente, a partir de ações externas e materiais que, gradualmente, se internalizam. Nesse sentido, o papel do professor é evidenciado como mediador da aprendizagem, organizando o processo de forma que favoreça a formação das ações mentais.

A experiência aqui relatada deriva da dissertação de mestrado intitulada “*Atividade de Situações Problema Discente na Aprendizagem em Movimento Retilíneo por meio da Robótica Fundamentado em Galperin, Talízina e Majmutov, com Estudantes do 1º Ano do Novo Ensino Médio do Centro de Educação do Trabalhador João de Mendonça Furtado – SESI/RR*” (Daoud, 2023), defendida no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Estadual de Roraima (UERR) em 2023. O presente artigo condensa e discute os principais resultados obtidos, sob o recorte teórico-metodológico da Aprendizagem Desenvolvimental, articulando os princípios de Galperin, Talízina e Majmutov. O foco está na

análise da formação das ações mentais dos estudantes em situações de ensino mediadas pela robótica, contribuindo com o debate sobre a formação docente e o ensino de Ciências no contexto amazônico.

O objetivo deste artigo é apresentar a análise do processo de internalização das ações mentais durante o estudo do movimento retilíneo, mediado pela robótica, considerando o papel da mediação docente e das condições didáticas planejadas, a partir dos resultados obtidos durante a execução de uma pesquisa vinculada ao Programa de Mestrado Profissional e Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Estadual de Roraima.

O artigo está organizado em três seções, além desta introdução e das considerações finais. A primeira seção apresenta o referencial teórico, no qual se contextualizam o percurso histórico e a abordagem conceitual que fundamentam a pesquisa, bem como os pressupostos que orientaram a análise dos resultados. Na segunda seção, descreve-se a metodologia adotada no desenvolvimento do estudo, detalhando os procedimentos empregados ao longo da investigação. A terceira seção reúne a análise e a discussão dos dados coletados, articulados por meio da triangulação entre os referenciais teóricos e as observações realizadas em sala de aula pela professora-pesquisadora.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A pesquisa está fundamentada na teoria histórico-cultural da Atividade de Leontiev, que é construída a partir do materialismo dialético. A estratégia didática utilizada é desenvolvida pelo grupo de pesquisa "Didática da Resolução de Problemas em Ciências e Matemática", vinculado à Universidade Federal de Roraima, o qual busca explicar a relação dialética do processo de ensino e aprendizagem por meio de tarefas problematizadoras, segundo Majmutov (1983), e é sustentada pela teoria de formação das ações mentais de Galperin e pela direção da atividade estudo de Talízina, na Zona de desenvolvimento proximal de Vygotsky.

Do ponto de vista filosófico, o materialismo dialético entende que o pensamento reflete o material (externo à interno, consciência) por meio das relações culturais, sendo regido por leis como a transformação constante e a interação dos contrários. A lei da contradição é fundamental, pois o grupo de pesquisa a relaciona ao ensino problematizador de Majmutov (1983), onde o aprendizado surge da contradição entre o conhecimento conhecido e o



desconhecido, expressa no problema. Talízina complementa que esse processo precisa ser planejado e deve iniciar pela motivação.

Segundo Vygotsky (1987) a relação do sujeito e objeto está baseada nas relações sociais e mediada por signos e instrumentos, em que a linguagem ocupa um papel destacado. A aprendizagem de conceitos e procedimentos acontece na Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), compreendida como a distância entre o nível de Desenvolvimento Real (conhecimento conhecido) e a Zona de Desenvolvimento Potencial (conhecimento desconhecido que pode ser mediado pelo professor).

Leontiev (1981) considera que a relação entre sujeito e objeto não ocorre somente pelos significados dos conceitos, signos e instrumentos, mas também através da atividade real impulsionada por seus motivos através das ações e estas por sua vez de operações, para alcançar um objetivo.

A motivação deve se aproximar ou coincidir com o objetivo. E quando é um objetivo de ensino, denomina-se atividade de estudo. Entretanto, Leontiev não esclarece a relação entre atividade externa e interna (Talízina, 1988).

Vygotsky e Leóntiev estabelecem as bases da relação entre atividade externa e interna, mérito aprofundado por Galperin (1986). E a transformação qualitativa da atividade é formada pelas seguintes etapas: 1ª etapa, formação da base orientadora da ação; 2ª etapa, formação da ação em forma material ou materializada; 3ª etapa, formação da ação verbal externa; 4ª etapa, formação da linguagem interna para si; e 5ª etapa, formação da linguagem interna. Esta transformação ou processo é denominado a partir da teoria de formação por etapas das ações mentais de Galperin. Entretanto, Talízina (1988) considera que deve existir uma etapa zero: a motivação, que deve manter-se durante todas as etapas.

Núñez (2010) explica que Galperin introduz a necessidade de o professor construir uma atividade idealizada que chamou de Esquema da Base Orientadora Completa da Ação (EBOCA). A orientação real do estudante é chamada de Base Orientadora da Ação (BOA). Portanto, a EBOCA funciona como instrumento para orientação e controle das operações dos estudantes.

Nesse contexto, Talízina (1988) considera as ações como um elemento central desta teoria, classificando em primárias (forma, generalização, explanação, assimilação) e secundárias (razoabilidade, consciência, abstração, solidez). Ela também estruturou e classificou os tipos de BOA, destacando a BOA Tipo III (completa, generalizada, independente)

como a mais eficaz. Talízina também estabeleceu os cinco princípios de mediação da atividade de estudo na ZDP: 1º definição do objetivo, 2º diagnóstico do ponto de partida, 3º garantir as condições de assimilação em cada etapa, 4º retroalimentação e 5º correção, se for necessária.

Majmutov (1983) considera a contradição entre conhecimento conhecido e desconhecido como a força motriz da aprendizagem dos conceitos e procedimentos. A tarefa é definida como uma contradição objetiva entre conhecimento conhecido e desconhecido construída pelo professor. No entanto, quando o estudante assume a contradição, ou seja, converte-a em uma contradição subjetiva, aparece a situação problema. E quando o estudante determina a dificuldade que não o permite resolver a tarefa proposta, surge o problema discente. Na solução deste último, devem ser introduzidos os conceitos e procedimentos por meio de procedimentos algorítmicos e heurísticos.

O ensino problematizador, sistema didático desenvolvido por Majmutov (1983), é definido como um trabalho docente focado na criação de situações que provoquem contradições cognitivas nos estudantes, com o objetivo de orientar a atividade discente permitindo-lhe assimilar novos conhecimentos e resolver problemas de forma independente, aplicando as conclusões alcançadas.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC), organizada por áreas de conhecimento, orienta o trabalho pedagógico para o desenvolvimento de competências (gerais e específicas) e habilidades que permitam ao estudante mobilizar conhecimentos em diferentes contextos, utilizando os conteúdos como meio (Brasil, 2018).

Vila e Sierra (2017) cometam os estudantes de Física, a principal dificuldade que encontram reside na resolução dos problemas que lhes são apresentados. A falta de conhecimento dos procedimentos de resolução de problemas faz com que dediquem pouco tempo à compreensão do enunciado do problema, impedindo-os de organizar o seu trabalho e de desenvolver um plano para o resolver.

No estudo do conteúdo de Movimento Retilíneo, a matriz inicial do Serviço Social da Indústria Departamento Nacional (SESI DN) estabelecia competências relacionadas ao uso de conceitos físicos e ao domínio de práticas investigativas. Entre as habilidades previstas, destacam-se o emprego de procedimentos científicos para a resolução de problemas e a capacidade de relacionar informações para construir modelos explicativos do fenômeno estudado (Serviço Social da Indústria, 2017).



A BNCC, após ter sido aprovada e revisada, incluiu a competência de analisar situações-problema e avaliar aplicações científicas, tecnológicas e a habilidade de construir questões, hipóteses, usar medições e interpretar modelos/dados para enfrentar situações-problema cientificamente. Tais competências ressaltam a relevância de metodologias de resolução de problemas. Destaca-se que os conteúdos trabalhados na pesquisa foram relacionados a Movimento Retilíneo e utilizou-se a junção das competências e habilidades da BNCC e da Matriz de Referência do SESI (Serviço Social da Indústria, 2017).

A disciplina de Educação Tecnológica no Centro de Educação do Trabalhador João de Mendonça Furtado (SESI-RR) é composta por aulas que envolvem programação e manipulação de robôs, que para isso contam com kits LEGO para tais construções. Nas aulas, a metodologia empregada reúne conceitos de ciência, tecnologia, engenharia, artes e matemática que recebe o nome de abordagem STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics) e os estudantes são motivados a resolver problemas por meio de desafios, o que favorece o uso de metodologias ativas nas aulas.

Neste estudo, foram utilizadas as peças do kit LEGO® Mindstorms® EV3. Esse é composto por aproximadamente 540 peças dispostas em maletas, incluindo blocos estruturais, engrenagens, motores de diferentes potências e uma variedade de sensores (como cor, giroscópio, ultrassom, luminosidade, temperatura e infravermelho). Para auxiliar as aulas os kits dispõem de manuais de montagem associando-os a conceitos estudados em outras disciplinas. Em especial no Ensino Médio há desafios organizados em um fascículo com formato de história em quadrinhos com desafios interdisciplinares somente com guia de montagem, sem sugestão de programações prontas.

A programação dos robôs é realizada por meio de um software com interface gráfica baseada em blocos, similar ao SCRATCH, com o bloco EV3 conectando-se ao computador via porta USB ou Bluetooth. As aulas são estruturadas em trabalho colaborativo, no qual os estudantes se dividem em grupos e revezam funções específicas a cada aula (organizador, construtor, programador, relator, apresentador), fomentando assim o trabalho em equipe, a organização e o protagonismo estudantil no processo de aprendizagem

A Atividade de Situações Problema Discente (ASPD), conforme definida por Mendoza e Delgado (2020), é uma atividade de estudo voltada para a formação de competências na resolução de problemas discentes, operando dentro da zona de desenvolvimento proximal. Ela

se baseia na interação entre professor, estudante e tarefas com caráter problematizador, podendo incluir o uso de tecnologia e recursos didáticos, e visa guiar os estudantes pelas etapas de formação das ações mentais de Galperin.

A ASPD foi concebida por Mendoza e Delgado (2020) a partir da integração do conceito de Atividade de Leontiev com a teoria de Galperin e Talízina, articulada ao ensino problematizador de Majmutov. Estruturalmente, a ASPD é composta por um sistema de quatro ações invariantes: 1ª Formular o problema discente; 2ª Construir o núcleo conceitual e procedimental; 3ª Solucionar o problema discente; e 4ª Analisar a solução. Cada uma dessas ações desdobra-se em operações específicas.

Para execução da pesquisa, adotou-se o Modelo da Ação e de Controle de Mendoza e Delgado (2020), adaptado especificamente para o conteúdo de movimento retilíneo com robótica, conforme detalhado no Quadro 1.

Quadro 1- Modelo da Ação e Controle em Movimento Retilíneo usando a Robótica

Modelo da Ação		Modelo de Controle
Ações	Operações das ações	Operações de controle
Formular problema discente	O1. Determinar os elementos conhecidos a partir dos dados e/ou condições e/ou conceitos e/ou procedimentos da tarefa utilizando a robótica. O2. Definir os elementos desconhecido a partir dos dados e/ou condições e/ou conceitos e/ou procedimentos da tarefa que utiliza da robótica. O3. Identificar as unidades de medida dos instrumentos utilizados na tarefa que utiliza da robótica O4. Reconhecer o conhecimento buscado a partir da tarefa utilizando a robótica O5. Construir o problema por meio dos conhecimentos conhecidos, desconhecidos e buscados.	C1. Determinou-se os elementos conhecidos a partir dos dados e/ou condições e/ou conceitos e/ou procedimentos da tarefa utilizando a robótica? C2. Definiu-se os elementos desconhecidos a partir dos dados e/ou condições e/ou conceitos e/ou procedimentos da tarefa que utiliza a robótica? C3. Identificou as unidades de medida dos instrumentos utilizados na tarefa que utiliza da robótica? C4. Reconheceu o buscado e/ ou objetivo a partir da tarefa? C5. Construiu o problema por meio dos conhecimentos conhecidos, desconhecidos e buscados?
Construir o núcleo conceitual e procedimental	O6. Selecionar os conceitos e procedimentos conhecidos necessários para a solução do problema discente O7. Atualizar outros conceitos e procedimentos conhecidos que possam estar vinculados com os desconhecidos apresentados a partir da tarefa de robótica, que vinculem as variáveis de movimento, tempo, trajetória e velocidade O8. Nominar estas variáveis O9. Encontrar estratégia(s) de conexão entre os conceitos e procedimentos	C6. Selecionou os conceitos e procedimentos conhecidos necessários para a solução do problema discente? C7. Atualizou-se outros conceitos e procedimentos conhecidos que possam estar vinculados com os desconhecidos que vinculem as variáveis de movimento, tempo, trajetória e velocidade? C8. Nominou essas variáveis? C9. Encontrou-se uma estratégia de conexão entre os conceitos e procedimentos conhecidos e desconhecidos através do



	conhecidos e desconhecidos através do levantamento de hipóteses que expliquem os experimentos observados na robótica O10. Construir modelo físico/matemático a partir das variáveis já identificadas e nominadas.	levantamento de hipóteses que expliquem os experimentos observados na robótica? C10. Construiu-se o modelo físico/matemático a partir das variáveis já identificadas e nominadas?
Solucionar o problema discente	O 11. Encontrar relações matemáticas relevantes entre as variáveis O12. Selecionar o(s) método(s) físicos/matemáticos para solucionar o modelo O13. Solucionar o modelo físico/matemático	C11. Encontrou relações matemáticas relevantes entre as variáveis? C12. Selecionou o(s) método(s) físicos/matemáticos para solucionar o modelo? C13. Solucionou o modelo físico/matemático?
Analisar a solução	O14. Extrair os resultados que tenham relação com o problema discente O15. Responder o problema discente O16. Verificar se existem outras maneiras de resolver o problema discente a partir do conhecido atualizado com o desconhecido. O17. Verificar se solução é coerente com dados e condições do problema O18. Analisar a partir de novos dados e condições a possibilidade de reformular o problema e construir novamente o modelo físico-matemático	C14. Extraiu-se os resultados que tenham relação com o problema discente? C15. Respondeu-se o problema discente? C16. Verificou-se existem outras maneiras de resolver o problema discente a partir do conhecido atualizado com o desconhecido? C17. Verificou-se se a solução é coerente com dados e condições do problema? C18. Analisou-se a partir de novos dados e condições a possibilidade de reformular o problema e construir novamente o modelo físico/matemático?

Fonte: elaborado pelos autores (2021).

O modelo apresentado no Quadro 1 é um Esquema da Base Orientadora da Ação (EBOCA), que sistematiza os elementos essenciais para a organização e condução da atividade de aprendizagem, orientando o estudante quanto aos objetivos, condições, ações e operações necessárias à resolução de situações-problema. Fundamentado na Teoria da Formação por Etapas das Ações Mentais, o EBOCA desempenha papel central no processo de internalização do conhecimento, uma vez que explicita a estrutura da ação a ser apropriada pelo discente, promovendo a passagem do plano material e materializado para os planos verbal e mental. Nesse sentido, o esquema atua como instrumento propõe a mediação da atividade pedagógica, favorecendo a autonomia cognitiva, o controle consciente da ação e a construção progressiva do pensamento teórico, especialmente no contexto do ensino de conceitos de movimento retilíneo por meio da robótica educacional.

A ASPD e seu Esquema da Base Orientadora Completa da Ação (EBOCA) funcionam como um sistema norteador para a pesquisa. É fundamental distinguir que a Base Orientadora

da Ação (BOA) da ASPD consiste nas ações efetivamente utilizadas pelos estudantes para resolver problemas, enquanto o EBOCA é o esquema elaborado pelo professor, servindo como modelo ideal (tipo III), ferramenta de orientação, controle e avaliação do processo de aprendizagem do estudante. A BOA do estudante, por sua vez, varia e progride, aproximando-se do EBOCA.

3 METODOLOGIA

A pesquisa é caracterizada como pesquisa-ação com abordagem mista (ênfase qualitativa, orientada pela quantitativa). O objetivo da pesquisa realizada foi analisar a contribuição para uma aprendizagem desenvolvimental da Atividade de Situações Problema Discente no conteúdo de Movimento Retilíneo a partir do uso da robótica, fundamentada na teoria de formação por etapas das ações mentais, direção da atividade de estudo e o ensino problematizador. A pesquisa foi realizada no Centro de Educação do Trabalhador João de Mendonça Furtado (SESI/RR) em Boa Vista-RR, com uma amostra reduzida e adaptada de 10 estudantes do 1º ano do Novo Ensino Médio, devido ao contexto pandêmico que exigiu um modelo semipresencial.

Para a análise de dados, adotou-se uma abordagem que examinou as quatro ações invariantes da Atividade de Situação Problema Discente (ASPD) sob duas perspectivas: quantitativa e qualitativa.

Na perspectiva quantitativa, as ações foram convertidas em variáveis, e as operações foram transformadas em indicadores e categorias; já na perspectiva qualitativa as ações e operações foram convertidas em categorias e subcategorias, respectivamente. As análises quantitativas direcionaram a análise qualitativa.

Na análise quantitativa, cada uma dessas quatro ações foi tratada como uma variável distinta (designadas Y1, Y2, Y3 e Y4, respectivamente). O desempenho em cada variável foi medido utilizando uma escala de 1 a 5 pontos (Escala Likert), atribuída com base na correção dos indicadores (operações de cada ação) com um peso especial para o indicador essencial. Os critérios específicos para a pontuação variavam de 1 (todos indicadores errados) a 5 (todos indicadores corretos), passando por níveis intermediários que consideravam o acerto do



indicador essencial ou combinado com outros indicadores parcialmente corretos (Silva et al., 2020).

Os indicadores e o indicador essencial para cada variável/ação foram definidos da seguinte forma:

- *Formular o problema discente (variável Y1)*: Os indicadores incluíam: a) determinou-se os elementos conhecidos? b) definiu-se os elementos desconhecidos? c) identificou as unidades de medida? d) reconheceu o buscado/objetivo? e) Construiu o problema? O indicador essencial era o item d).
- *Construir o núcleo conceitual (variável Y2)*. Os indicadores envolviam: a) selecionou conceitos/procedimentos necessários? b) atualizou outros conceitos/procedimentos vinculados? c) nominou as variáveis? (d) encontrou estratégia de conexão via hipóteses? e) construiu o modelo físico/matemático? O indicador essencial era o item d).
- *Solucionar o problema discente (variável Y3)*. Os indicadores eram: a) Encontrou relações matemáticas relevantes? b) Selecionou método(s) de solução? e c) Solucionou o modelo? O indicador essencial era o item b).
- *Interpretar a solução (variável Y4)*. Os indicadores abrangiam: a) extraiu resultados relevantes? b) respondeu ao problema? c) verificou outras maneiras de resolver? (d) verificou coerência? (e) analisou possibilidade de reformulação. O indicador essencial era o item e).

Em seguida, foi realizada uma análise por meio da mediana e da moda. Além disso, foi utilizada uma escala Likert aditiva $Y = Y1 + Y2 + Y3 + Y4$, variando entre 4 e 20 pontos, para mensurar o desempenho na ASPD em cada tarefa. Em seguida, foi utilizada uma distribuição de frequências nas categorias “4-7”; “8-11”; “12-15” e “16-20”. A intenção foi agrupar os resultados em categorias para direcionar explicações qualitativas do processo de assimilação.

Além da análise quantitativa, as quatro ações da ASPD foram tratadas como categorias, e suas operações como subcategorias. Foram adicionadas as características primárias das ações, conforme descritas por Talízina (Forma, Generalização, Explanação, Independência, Assimilação/Consciência), que foram usadas como categorias qualitativas centrais para analisar o processo de assimilação e desempenho dos estudantes na formação das etapas mentais de Galperin.

As qualificações da categoria “Forma” são: material, verbal (externa e interna); da categoria “Generalização”: não generalizada, pouco generalizada e generalizada; da categoria “Explicação”: detalhada, pouco detalhada e reduzida; da categoria “Independência”: compartilhada, semi-independente e independente; e da categoria “Assimilação”: pouco consciente, consciente e automatizado.

Para formação das etapas, foram utilizados os seguintes critérios: na etapa 1 (Formação da BOA) espera-se Forma: material; Generalização: não generalizada; Explicação: detalhada; Independência: compartilhada; e, Assimilação: pouco consciente.

Na etapa 2 (Material / Materializada): espera-se Forma: material; Generalização: pouco generalizada; Explicação: detalhada; Independência: compartilhada; e, Assimilação: pouco consciente.

Na etapa 3 (Verbal Externa), espera-se Forma: verbal externa; Generalização: generalizada; Explicação: detalhada; Independência: semi-independente; e, Assimilação: consciente.

Na etapa 4 (Linguagem Externa para Si / Verbal Interna Inicial), espera-se Forma: interna; Generalização: generalizada; Explicação: pouco detalhada; Independência: semi-independente; e, Assimilação: consciente.

Na etapa 5 (Linguagem Interna), espera-se Forma: interna; Generalização: generalizada; Explicação: reduzida; Independência: independente; e, Assimilação: automatizada. Este esquema serviu como base para interpretar os dados observados e categorizar em qual etapa mental cada estudante se encontrava ao final da pesquisa.

A pesquisa foi organizada em quatro momentos. No primeiro momento, foi realizado o diagnóstico do nível de partida do conhecimento na Zona de Desenvolvimento Real. No segundo momento, organizou-se o processo de assimilação segundo a formação por etapas das ações mentais. No terceiro momento, realizou-se o planejamento e a análise das avaliações formativas e, no último e quarto momento, analisou-se a avaliação e a formação das ações mentais.

As avaliações de lápis e papel foram estruturadas em quinze tarefas, organizadas em três fases: diagnóstica (T1 a T5), formativa (T6 a T10) e final (T11 a T15), cada uma voltada ao desenvolvimento progressivo das ações mentais propostas por Galperin, Talízina e Majmutov.



- **Avaliação Diagnóstica:** aplicada no início (momento 1), consistiu em uma prova de lápis e papel com quatro tarefas dissertativas (T1 a T4). Seu objetivo foi identificar o ponto de partida dos estudantes.
- **Avaliações Formativas:** aplicadas durante a fase de intervenção (momento 3), consistiram em provas de lápis e papel associadas a tarefas práticas e experimentais com a robótica (construção de carros, programação, medições em circuitos). Foram realizadas três avaliações formativas, cada uma contendo duas tarefas (totalizando seis tarefas formativas: T5 a T10), distribuídas ao longo das etapas de formação da BOA, material/materializada e verbal externa. O objetivo foi acompanhar o processo de assimilação, fornecer retroalimentação e ajustar as estratégias de ensino.
- **Avaliação Final:** aplicada ao término da intervenção (parte final do momento 3 e início do momento 4), também em formato de prova de lápis e papel, contendo cinco tarefas (T11 a T15). Essas tarefas buscaram avaliar a aplicação dos conceitos de MRU e MRUV em contextos variados, alguns desvinculados da robótica (similares a livros didáticos) e outros relacionados a cenários de torneios de robótica ou comparações com o cotidiano. O objetivo foi verificar o desempenho geral, os avanços e as dificuldades remanescentes.
- **Guias de Observação:** utilizados continuamente durante as atividades e avaliações formativas (momentos 1 e 3), eram instrumentos estruturados para o registro qualitativo pela pesquisadora. Havia dois tipos: um focado nas categorias e operações da ASPD e outro nas características das ações mentais. Esses guias auxiliaram na análise do processo, das interações, das dificuldades e da progressão dos estudantes pelas etapas mentais.

No quadro 2 encontra-se a organização da aplicação das tarefas nas avaliações diagnóstico, formativa e final.

Quadro 2 - Organização das tarefas e indicadores

	Diagnóstico	Formativa	Final
Tarefas	T1 ... T4	T5 ... T10	T11 ... T16
Y por tarefas	YT1 ... YT4	YT5 ... YT10	YT11... YT16
Medianas das tarefas por avaliações			
Observações e análises qualitativas por avaliações			

Fonte: elaborado pelos autores (2025)

Para auxiliar na classificação da etapa de desenvolvimento mental de cada estudante com base nas observações qualitativas, utilizou-se um esquema de referência que relaciona o desenvolvimento esperado das características primárias ao longo das cinco etapas de assimilação. Esse esquema detalha a progressão esperada em cada etapa (Material, Verbal Externa, interna, etc.) em termos de Forma, Generalização, Explicação, Independência e Assimilação.

A validação da pesquisa empregou a triangulação de dados (combinando informações quantitativas e qualitativas de diferentes fontes e momentos), métodos e referenciais teóricos, seguindo as recomendações para pesquisas mistas. A pesquisa foi organizada nos quatro momentos sequenciais já mencionados: diagnóstico, planejamento, aplicação (com controle e retroalimentação) e análise final (com triangulação e produção da sequência didática).

Os aspectos éticos seguiram a Resolução CNS nº 510/16, assegurando a obtenção de Carta de Anuência da instituição, Termo de Consentimento Livre e Termo Esclarecido dos responsáveis e Assentimento Livre e Esclarecido dos estudantes. Foi garantido o sigilo das informações, a confidencialidade, o anonimato dos participantes (identificados por códigos como A1, A2, etc.) e o direito de desistir da participação a qualquer momento. Os riscos associados à participação foram avaliados como mínimos e medidas para mitigá-los foram implementadas.

4 ANÁLISE E RESULTADOS

A análise seguiu o método utilizado na Aprendizagem de Situação Problema Discente, do Sistema Galperin, Talízina e Majmutov, articulando as dimensões qualitativas e quantitativas. Foram observadas três fases: diagnóstica, formativa e final, cada uma com instrumentos próprios de coleta e avaliação.

4.1. Fase diagnóstica e organização do processo de assimilação

Na fase diagnóstica, buscou-se identificar o nível de partida dos estudantes. Para isso, foram aplicadas provas do tipo lápis e papel, elaboradas com tarefas potencialmente problematizadoras, construídas a partir de contradições que exigiam do aluno a mobilização de



procedimentos de resolução de problemas que mesclassem entre lógicos e heurísticos. Essas tarefas foram organizadas de modo a contemplar as quatro ações invariantes da Atividade de Situação-Problema Discente (ASPD), servindo como base para o planejamento das tarefas das etapas formativas. Tal organização permitiu delinear o percurso necessário para que os estudantes avançassem em direção à Zona de Desenvolvimento Potencial prevista para o grupo, conforme apresentado no quadro 3.

Quadro 3 - Tarefas da fase diagnóstica

Itens	Descrição
Tarefa 01	Durante a atividade prática foram construídos carrinhos e foram demarcados espaços no chão onde ele se deslocou do ponto A ao ponto B formando uma trajetória, a partir de sua observação responda: Qual foi a distância percorrida? E simulando que em seu carrinho de corrida, que está em movimento, haja um piloto este não se movimenta dentro do carro, mas vê tudo ao seu redor se movimentar, porém se visto de fora o piloto também se desloca juntamente com o carro uma vez que está lá dentro, então o piloto se encontra em repouso ou em movimento?
Tarefa 02	A partir de suas anotações, em quanto tempo o carrinho atingiu o marco de 1 metro? Supondo que essa constância se mantenha, quanto tempo ele gastaria para chegar aos 2 metros? Seria possível prever quanto tempo seria necessário para que atingisse 10 metros? Descreva a lógica utilizada para solução:
Tarefa 03	Durante a fase de construção do seu carrinho quais foram as estratégias utilizadas para que ele fosse mais rápido durante a corrida? Quais interferências foram identificadas na fase de testes para que ele se tornasse mais rápido?
Tarefa 04	Para esta tarefa é necessário que o experimento realizado em sala seja repetido em um lugar aberto com boa ventilação, mantendo as configurações do carrinho construído e da pista. Anote todos os dados igualmente, como fora feito anteriormente. Após a análise responda: Os resultados obtidos foram iguais aos anteriores? Como você explica o observado?

Fonte: elaborado pelos autores (2021)

A pesquisa iniciou com a coleta de dados do ponto de partida dos estudantes, ou Zona de Desenvolvimento Real através de tarefas diagnósticas potencialmente problematizadoras apresentadas e os dados da avaliação inicial mostraram que a maioria dos estudantes apresentava ações mentais em nível material, isto é, dependentes de manipulações concretas e com baixo nível de generalização conceitual.

O diagnóstico proposto foi inicialmente delineado a partir de uma atividade experimental envolvendo robótica educacional. Nessa etapa, os estudantes deveriam mobilizar os conhecimentos construídos ao longo das aulas para desenvolver protótipos de carrinhos de corrida, cujo objetivo consistia em percorrer a maior distância possível no menor intervalo de tempo. Para a realização da tarefa, os estudantes precisaram acionar conceitos relacionados à força, atrito, resistência e peso - conteúdos trabalhados no ano anterior e retomados nas

atividades de robótica em todas as séries do Ensino Fundamental das escolas do SESI.

Durante as corridas, os estudantes registraram as distâncias percorridas e o tempo gasto em cada tentativa, incluindo o intervalo necessário para que o carrinho atingisse o marco de um metro. A dinâmica foi organizada em três etapas classificatórias, nas quais o carrinho com melhor desempenho em cada rodada avançava para a fase final.

As tarefas da avaliação diagnóstica foram estruturadas de forma que as primeiras estavam relacionadas à prática realizada nas aulas integradas de robótica (construção e programa de carrinhos de corrida). Estas exigiam que os estudantes observassem atentamente o movimento dos carrinhos e registrassem os dados coletados.

Estas tarefas relacionadas a prática exigiam dos estudantes a identificação de variáveis e apresentaram um bom desempenho dos discentes, com cerca de 80% dos estudantes conseguindo formular o problema discente. Além disso, observou-se que por se tratar de tarefas concretas, envolvendo a manipulação de objetos, houve um maior nível de engajamento dos estudantes para realização da tarefa.

Nas tarefas seguintes da avaliação diagnóstica, houve um maior grau de complexidade, uma vez que mobilizaram os estudantes a relacionar conceitos físicos estudados anteriormente (como força, atrito, massa e velocidade), aos dados obtidos na experiência com os carrinhos na corrida realizada. Para isso, os discentes precisaram formular hipóteses, a partir dos conhecimentos que possuíam e articulá-los às novas situações.

Esse avanço na complexidade também se refletiu no desempenho dos grupos. Enquanto cerca de 30% dos estudantes conseguiram realizar todas as operações propostas, quase metade completou apenas parte do que era esperado. A diferença entre os resultados indica que muitos ainda encontraram dificuldades para mobilizar os conceitos necessários à interpretação dos fenômenos relacionados ao movimento retilíneo, sobretudo quando precisaram abandonar procedimentos mais intuitivos e trabalhar com explicações teóricas.

As tarefas finais apresentavam maior número de variáveis e exigiam um nível mais elevado de abstração. Nelas, os estudantes deveriam produzir soluções justificadas e avaliar a coerência dos resultados obtidos. Nessas ações, sobretudo na terceira e quarta, observou-se uma queda expressiva no desempenho: somente 20% resolveram o problema discente e o mesmo percentual conseguiu analisar a solução. Por exigirem explicações mais elaboradas e maior grau de autonomia na articulação nas etapas mentais, essas tarefas tornaram-se

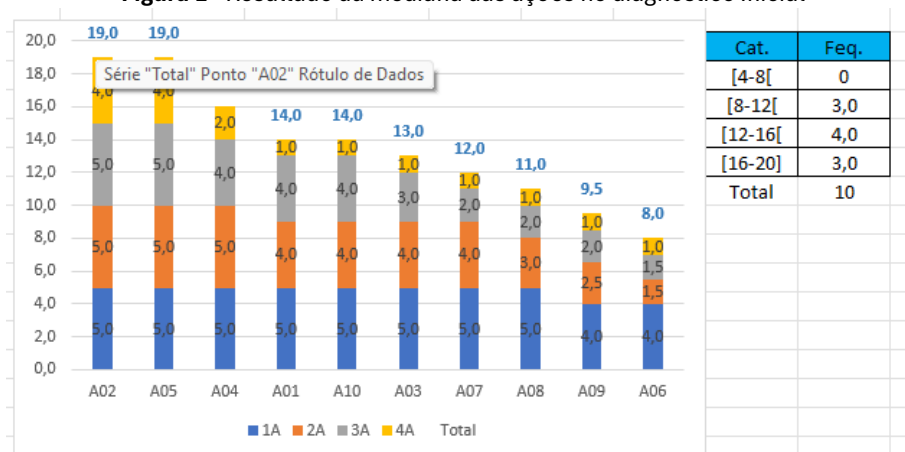


indicadores sensíveis do grau de consciência dos estudantes acerca dos procedimentos utilizados. Através dos registros do guia de observação da pesquisadora também detectou-se um grau de dependência elevado nestas, evidenciado na frequente necessidade de auxílio da professora-pesquisadora e das respostas pouco detalhadas, revelando que muitos estudantes ainda não haviam consolidado as operações mentais necessárias para atuar de forma independente.

A elevação gradual da complexidade também pode ser observada no valor do desvio padrão (3,3), que evidencia um aumento na dispersão dos resultados. À medida que as demandas das tarefas se tornaram mais complexas, as diferenças entre os estudantes ficaram mais nítidas. Enquanto alguns demonstraram capacidade de aplicar os conceitos estudados a novas situações, a maioria apresentou dificuldade em sustentar o próprio desempenho quando as tarefas demandavam articulação conceitual mais profunda, bem como justificar seus procedimentos ou analisar criticamente os resultados obtidos.

Na figura 1 de resumo do diagnóstico que trata da mediana das notas obtidas pelos estudantes em cada ação, observa-se que os estudantes apresentavam bom desempenho na 1ª ação – 1A – (primeira ação da ASPD – formular o problema discente) e satisfatório na 2ª – 2A – (segunda ação da ASPD – construir núcleo conceitual e procedimental), entretanto apresentaram dificuldades na 3ª e 4ª – 3A e 4A – (terceira ação – solucionar o problema discente e quarta ação da ASPD – Analisar a solução), reforçando os dados apresentados anteriormente e as análises apontadas.

Figura 1 - Resultado da mediana das ações no diagnóstico Inicial



Fonte: elaborado pelos autores (2021)

Com os dados coletados, associados às observações da professora-pesquisadora durante a aplicação das tarefas, registrados no guia de observação, destacou-se elevada dificuldade dos estudantes na representação simbólica do movimento, assim como na diferenciação entre velocidade média e instantânea. Apesar da maioria dos alunos demonstrar compreender, de forma empírica os fenômenos observados durante a experimentação, permaneciam lacunas quanto ao uso adequado das fórmulas, à organização matemática das informações e à análise dos dados coletados por eles.

Diante disso, reforça-se a necessidade do planejamento de uma mediação docente de forma sistemática conforme proposto por Talízina (2009), sobretudo, na transposição da experiência concreta à análise conceitual. Dessa forma, foi elaborado um planejamento de organização do processo de assimilação dos conteúdos de movimento retilíneo envolvendo a robótica. Tal planejamento estruturou-se de forma a aproximar-se da zona de desenvolvimento proximal dos estudantes a partir do diagnóstico, conforme pode ser observado no quadro 4:

Quadro 4 - Organização do processo de assimilação da ASPD em movimento retilíneo com a utilização da robótica como ferramenta experimental

Organização do processo de assimilação com a Atividade de Situações Problema Discente em Movimento Retilíneo com a Utilização da Robótica como Ferramenta experimental				
Duração: 15h/aula				
Habilidade a ser trabalhada da BNCC: (EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica		Habilidades a serem trabalhadas na matriz inicial do SESI DN: H11- Empregar procedimentos e práticas de observação, levantamento de hipótese, experimentação, coleta de dados e conclusões para resolução de problemas relacionados às Ciências da Natureza. H12- Relacionar informações para construir modelos em ciência e tecnologia.		
Objeto de Conhecimento	Objetivos	Estratégia Didática	Avaliação	CH
Movimento em linha reta	Desenvolver as habilidades de: - Reconhecer a necessidade de associar diferentes competências para resolver uma situação problema - Identificar os elementos conhecidos e desconhecidos em situações que envolvam a robótica e o conteúdo de movimento retilíneo	Etapas Motivacionais E(0) Apresentar a proposta de ensino com a oportunidade do uso da robótica e possibilidade de desenvolvimento de estratégia de ensino voltada para a resolução de problemas, por meio de diálogos com os estudantes e responsáveis durante as aulas online	Observação da motivação	2h
		Etapas da Construção da BOA E(1) Orientar os	Observação	2h



	• Classificar os dados encontrados de acordo com o buscado • Investigar hipóteses para os resultados de experimentos que envolvam a robótica e o conteúdo de movimento retilíneo relacionando aos conhecimentos adquiridos anteriormente em aulas e vivências cotidianas • Resolver situações problema que envolvam a robótica e o conteúdo de movimento retilíneo	estudantes na execução das tarefas a partir da proposição do EBOCA		
		Etapas de Formação da Ação Material ou Materializada E(2) Aplicar as tarefas formativas em movimento retilíneo com o uso da robótica, auxiliando os estudantes na execução e realizar o controle das ações, com socialização das dúvidas e compreensões da atividade.	Observação e resultados da tarefa formativa 01	Avançar de acordo com a superação das contradições
		Etapas de Formação da Ação Verbal Externa E(3) Aplicar tarefas formativas e finais em movimento retilíneo com o uso da robótica, com a explicação oral da resolução por parte dos estudantes e processo de avaliação e retroalimentação	Observação e resultados da tarefa formativa 02 e avaliação final	Avançar de acordo com a superação das contradições

Fonte: elaborado pelos autores (2021)

A partir desse diagnóstico, iniciou-se o processo de formação da Base Orientadora da Ação (BOA), concebida para orientar os estudantes na realização das tarefas. Buscou-se estruturar uma BOA do Tipo III, caracterizada como generalizada, completa e independente, conforme proposto por Talízina (1988). A partir dessa orientação, foi elaborado pela professora-pesquisadora, o Esquema da Base Orientadora da Ação, utilizado como instrumento de controle e de avaliação das ações dos participantes.

Os estudantes passaram por momentos de instrução sobre a BOA, com o propósito de guiá-los na execução de tarefas potencialmente problematizadoras, relacionadas aos conceitos iniciais de movimento estudados no 9º ano. Embora tais conteúdos já tivessem sido abordados anteriormente, os próprios estudantes reconheciam não os compreender plenamente, especialmente no que se refere à aplicação prática. Com o suporte da BOA construída por eles, puderam desenvolver as tarefas de modo mais estruturado. Dessa forma, teve início a fase formativa destinada à construção e ao desenvolvimento do conhecimento dos estudantes sobre o movimento retilíneo.

4.2. Fase formativa

A fase formativa constitui-se do momento de construção da base conceitual dos estudantes e para isso foi composta de duas avaliações com intervenções de nivelamento dos estudantes entre elas.

A primeira tratou da aplicação prática dos conceitos de posição, deslocamento e trajetória de forma a trabalhar a forma material ou materializada após a construção da Base Orientadora da Ação (BOA) pelos estudantes. Inicialmente, buscou-se familiarizar os estudantes com o uso da BOA e a compreensão inicial dos conceitos físicos a partir da manipulação de objetos concretos e observação dos fenômenos relacionados ao movimento retilíneo.

A segunda avaliação formativa buscou conduzir os estudantes à etapa verbal externa, de forma que eles conseguissem explicar o processo de resolução das tarefas realizadas, detalhando os procedimentos utilizados e justificando os resultados obtidos de tal modo tornando possível formular hipóteses ou confirmar hipóteses já criadas anteriormente.

As tarefas dessa segunda avaliação envolveram os conteúdos de velocidade média, identificação da velocidade instantânea e aceleração, o que exigiu dos estudantes um maior nível de abstração, levando-os a sair da etapa material/materializada e incentivando-os a avançar para a próxima.

Todas as avaliações foram concebidas com base em conceitos que emergiram da prática experimental realizada na construção de carrinhos de corrida e da execução de uma corrida com esses veículos montados com peças Lego durante as aulas de robótica. A integração entre experimentação prática e elaboração conceitual permitiu que os estudantes estabelecessem conexões mais sólidas entre a observação empírica e os princípios físicos estudados.

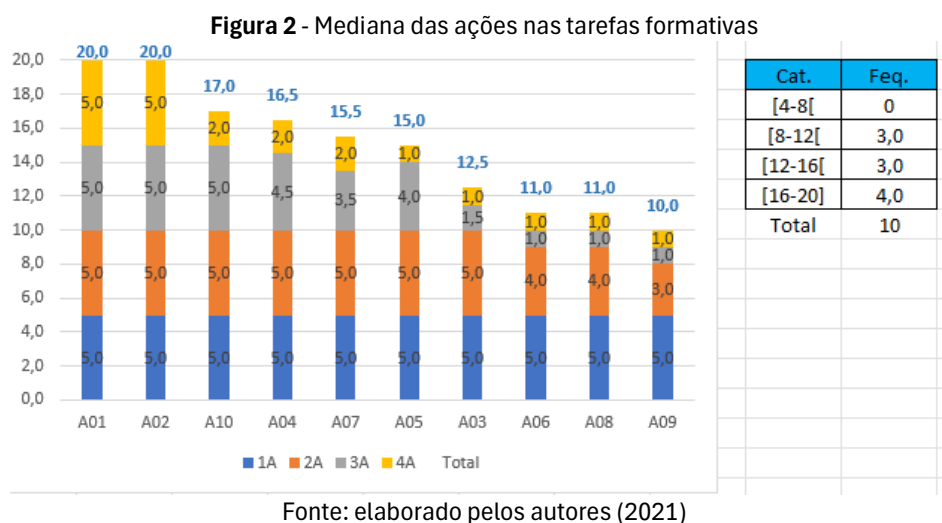
Ao longo das atividades de robótica e Física, observou-se progressivo avanço no domínio conceitual dos estudantes, acompanhado de maior autonomia na realização das ações mentais necessárias à resolução dos problemas. Esse desenvolvimento indica que a etapa formativa cumpriu seu papel no desenvolvimento das capacidades cognitivas previstas para o estudo do movimento retilíneo.

A figura 2 apresenta a progressão das ações mentais na Fase Formativa, demonstrando que os estudantes consolidaram a 1ª ação, o que pode ser visto na figura (todos com o eixo azul completo) e na tabela da figura que mostra a frequência dos estudantes em que não há mais



estudantes categorizados entre 4 e 8 pontos.

Além disso, a figura apresenta que 90% dos estudantes tiveram bom desempenho na 2ª ação, bem como um avanço progressivo na 3ª e na 4ª ações.



Nesse contexto, foi observado um avanço dos estudantes quando trabalhado em grupos com atividades de programação do robô seguindo a metodologia empregada nas aulas de robótica. Isso foi destacado por alguns estudantes como facilitador do processo de interiorização dos conceitos e procedimentos, que ao compartilharem funções e conhecimentos os conceitos, estes se tornaram mais evidentes. Com relação a isso, o estudante A07 compartilhou: *“Coisas que antes não faziam sentido, após a conversa com os colegas e os testes com os robôs agora fazem todo sentido. Por que ninguém explicou assim antes?”*

De acordo com os registros de observação, o diálogo entre pares, a troca de argumentos e a verbalização das estratégias adotadas foram elementos fundamentais para o fortalecimento da compreensão teórica. Tais evidências confirmam a função mediadora da linguagem no desenvolvimento cognitivo, conforme proposto por Vygotsky (1987), demonstrando que a interação social e a explicitação verbal dos processos contribuem de maneira decisiva para a formação e estabilização das ações mentais relacionadas ao estudo do movimento retilíneo.

4.3. Fase final e comparativos

A fase final do processo formativo foi caracterizada pela aplicação de tarefas mais

complexas e pelo retorno sistemático à resolução de problemas de natureza teórica. Essa etapa teve como objetivo identificar, por meio da triangulação dos dados, o nível de desenvolvimento mental alcançado pelos estudantes ao término do estudo, especialmente no que se refere à formação e consolidação das ações internas.

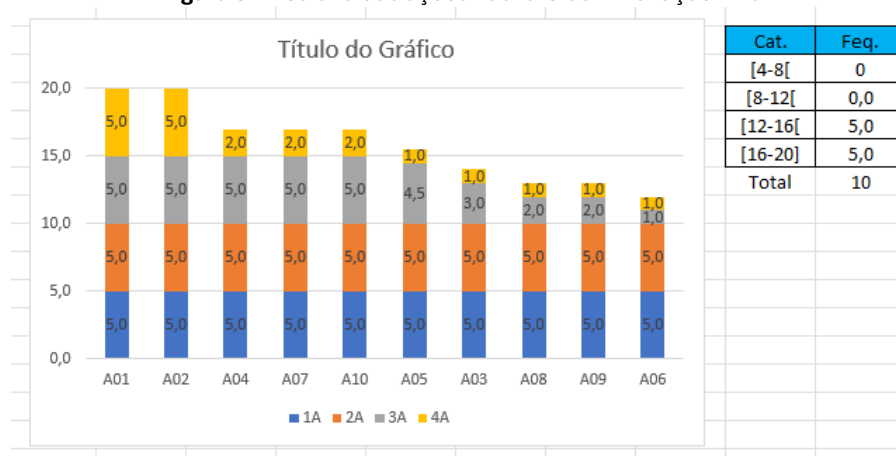
A figura 3 apresenta a mediana das ações referentes as tarefas da Avaliação Final, evidenciando um maior equilíbrio da turma em comparação ao diagnóstico inicial. Os resultados demonstram avanço significativo na completude das ações realizadas pelos estudantes, indicando que a maioria alcançou até a 3ª ação da ASPD, o que foi associado à observação de generalização e independência na execução das operações mentais necessárias para a compreensão dos conceitos de movimento retilíneo.

Os resultados indicaram um salto de aproximadamente 40% no desempenho médio dos estudantes, evidenciando a efetividade da mediação docente e da proposta de ensino com base na abordagem desenvolvimental. Quando comparada à avaliação diagnóstica, a distribuição das frequências revela um deslocamento significativo dos estudantes das categorias iniciais para categorias mais avançadas. Os gráficos demonstram uma maior equalização da turma, especialmente no que se refere à consolidação da primeira e da segunda ação.

Tendo a figura 3 como a síntese dos resultados finais dessa etapa, é possível observar individualmente o progresso de cada estudante. Dessa forma, ao analisar os dados da avaliação final identifica-se que 50% dos estudantes alcançaram a 4ª ação da ASPD e os demais chegaram até a 3ª, o que é considerado satisfatório pois foram alcançados os resultados esperados mesmo em cenário de pandemia de Covid-19, período em que a pesquisa foi aplicada. Assim, pode-se concluir que Atividade de Situação Problema Discente em Movimento Retilíneo, apoiada pelo uso da robótica, promoveu ganhos concretos no processo de ensino e aprendizagem dos estudantes envolvidos.



Figura 3 - Mediana das ações nas tarefas - Avaliação Final



Fonte: elaborado pelos autores (2021)

A partir desse conjunto de dados, elaborou-se o quadro 5 construído com base na triangulação entre os resultados da avaliação final e os registros do Guia de Observação utilizado pela pesquisadora. Para essa organização, os estudantes foram distribuídos conforme as categorias das ações descritas por Talízina (1988), utilizadas para identificar o nível de formação das ações mentais.

Essas categorias abrangem cinco dimensões: Forma, que indica o modo como a ação é executada (material, verbal externa, verbal interna ou automatizada); Generalização, que avalia a amplitude com que o estudante aplica o conceito (de usos restritos a aplicações mais amplas); Explanação, relacionada à capacidade de explicitar e justificar o procedimento adotado; Independência, que identifica o grau de autonomia na realização da tarefa; e Assimilação, que expressa o nível de internalização e estabilidade da ação.

O quadro 5 apresenta a classificação final de cada estudante (A01 A10), indicando o nível de desenvolvimento das ações mentais alcançado ao término da investigação.

Quadro 5 - Formação das etapas mentais por estudante

Estudante	Forma	Generalização	Explanação	Independência	Assimilação
A01	Verbal Externa	Generalizada	Detalhado à pouco detalhada	Semi-independente	Consciente
A02	Verbal Externa	Generalizada	Detalhado à pouco detalhada	Semi-independente	Consciente
A03	Material/ Verbal Externa	Generalização mediana	Detalhada	Semi-independente	Consciente
A04	Verbal Externa	Generalizada	Detalhada	Semi-independente	Consciente
A05	Material/ Verbal Externa	Generalização Mediana	Detalhada	Semi-independente	Consciente

A06	Material	Pouquíssimo Generalizada	Detalhada	Compartilhada	Pouco Consciente
A07	Verbal Externa	Generalizada	Detalhada	Semi-independente	Consciente
A08	Material	Pouco Generalizada	Detalhada	Compartilhado à semi-independente	Pouco Consciente
A09	Material	Pouco Generalizada	Detalhada	Compartilhado à semi-independente	Pouco Consciente
A10	Verbal Externa	Generalizada	Detalhada	Semi-independente	Consciente

Fonte: elaborado pelos autores (2023)

Os dados apontam que mais de 80% dos estudantes alcançaram níveis avançados na formação das ações mentais, evidenciando a consolidação do processo de internalização dos conceitos relacionados ao movimento retilíneo. Esse resultado quantitativo confirma as observações qualitativas feitas ao longo da intervenção, nas quais se verificou uma transição gradual dos estudantes de uma postura inicialmente dependente e baseada em intuições empíricas para um patamar de maior autonomia conceitual.

Tais resultados demonstram que os estudantes passaram a apresentar uma compreensão mais consistente e estruturada sobre movimento retilíneo, o que lhes permitiu ter maior clareza e autonomia na execução das tarefas frente em comparação com a fase diagnóstica. Este avanço no processo de assimilação destaca a progressão nas ações mentais, apresentando características de generalização e independência superiores às do início da pesquisa.

5 CONSIDERAÇÕES

A robótica educacional, utilizada como recurso didático, baseada na Teoria Histórico-Cultural da Atividade por meio da Atividade de Situações Problema Discente (ASPD) em Movimento Retilíneo demonstrou-se nesta pesquisa um elemento motivador e facilitador, além de permitir o ensino por meio da experimentação como estratégia de resolução de problemas. A Esquema da Base Orientadora Completa (EBOCA) evidenciou-se um instrumento eficiente para analisar a aprendizagem.



A pesquisa também evidenciou o papel estruturante do professor enquanto organizador e condutor da atividade de estudo. Longe de se limitar à transmissão de conteúdos, a aprendizagem mostrou-se um processo orientado à formação das ações mentais, no qual o docente, ao planejar e aplicar tarefas problematizadoras, contribui no desenvolvimento da Base Orientadora da Ação (BOA) dos estudantes.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF: MEC, 2018.

DAOUD, Fairuz Cunha. **Atividade de situações problema discente na aprendizagem em movimento retilíneo por meio da robótica fundamentado em Galperin, Talízina e Majmutov, com estudantes do 1º ano do Novo Ensino Médio do Centro de Educação do Trabalhador João de Mendonça Furtado – SESI/RR**. 2023. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) – Universidade Estadual de Roraima, Boa Vista, 2023.

GALPERIN, P. Y. **A formação das ações mentais e dos conceitos**. Moscou: Pedagogika, 1986.

LEONTIEV, Alexei Nikolaevich. **A atividade, a consciência e a personalidade**. São Paulo: Centauro, 1981.

MAJMUTOV, M. I. **Problemas do ensino problematizador**. Moscou: Progreso, 1983.

MENDOZA, H. J. G.; DELGADO, O. T. Proposta de um Esquema da Base Orientadora Completa da Ação da Atividade de Situações Problema Discente. **Revista Obutchénie**, v. 4, p. 180-200, 2020.

NUÑEZ, Iván. A base orientadora da ação: uma alternativa metodológica para a aprendizagem desenvolvimental. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, Brasília, v. 91, n. 229, p. 5-26, 2010.

SERVIÇO SOCIAL DA INDÚSTRIA. Departamento Nacional. **Matriz de referência do SESI para o Novo Ensino Médio**. Brasília, DF: SESI/DN, 2017.

SILVA, Luciene Nunes da et al. Avaliação diagnóstica da atividade de situações problema em geometria plana. Revista Areté | **Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, [S.l.], v. 14, n. 28, p. 57 - 70, nov. 2020. ISSN 1984-7505. Disponível em: <<https://periodicos.uea.edu.br/index.php/arete/article/view/1984>>. Acesso em: 17 dez. 2025.

TALÍZINA, N. F. **Psicologia da aprendizagem e ensino desenvolvimental**. Habana: Pueblo y Educación, 2009.

TALÍZINA, N. F. **Psicología de la enseñanza**. Habana: Editorial Pueblo y Educación, 1988.

VILA, Jesús; SIERRA, Carlos. RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS: LA ENSEÑANZA PROBLÉMICA EN LA FÍSICA. **Revista Arété | Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, [S.l.], v. 2, n. 4, p. 95-110, maio 2017. ISSN 1984-7505. Disponível em: <<https://periodicos.uea.edu.br/index.php/arete/article/view/367>>. Acesso em: 17 dez. 2025

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1987.

COMO CITAR - ABNT

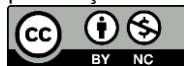
DAOUD, Fairuz Cunha; MENDOZA, Hector José García. Aprendizagem em movimento retilíneo com robótica fundamentado na teoria histórico-cultural da atividade. **Areté - Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, Manaus, v. 25, n. 39, e25053, ago./dez., 2025. <https://doi.org/10.59666/Arete.1984-7505.v25.n39.5109>

COMO CITAR - APA

Daoud, F. C. & Mendoza, H. J. G. (2025). Aprendizagem em movimento retilíneo com robótica fundamentado na teoria histórico-cultural da atividade. **Areté - Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, 25(39), e25053. <https://doi.org/10.59666/Arete.1984-7505.v25.n39.5109>

LICENÇA DE USO

Licenciado sob a Licença *Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International* (CC BY-NC 4.0) . Esta licença permite compartilhar, copiar, redistribuir o manuscrito em qualquer meio ou formato. Além disso, permite adaptar, remixar, transformar e construir sobre o material, desde que seja atribuído o devido crédito de autoria e publicação inicial neste periódico.



HISTÓRICO

Submetido: 15 de agosto de 2025.

Aprovado: 20 de novembro de 2025.

Publicado: 30 de dezembro de 2025.
