

Baralho da Descoberta: a construção do conceito de circuito elétrico na perspectiva da Equilibração

David Machado¹, Rosane Aragón²

¹Doutorando em Educação (UFRGS) - CEP 90050-170 - Porto Alegre - RS - Brasil

²Programa de Pós-Graduação em Educação - Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) - CEP 90046-900 - Porto Alegre

{david.machado.mv@hotmail.com; rosane.aragon@gmail.com}

Abstract. This study investigated the construction of the concept of electric circuit in 4th-grade elementary school students, based on the Theory of Equilibration (PIAGET, 1976). It was grounded in a participant observation study with a qualitative approach, focusing on the interaction of the subjects with the created instrument: a card game called Baralho da Descoberta, supported by progressive challenges using the Makey Makey board. The study analyzed how the cognitive disequilibria promoted by the game mobilized the subjects' learning processes. The analysis revealed that the disequilibria produced significant cognitive perturbations, activating mechanisms of regulation and major equilibration, evidenced by the students' ability to anticipate outcomes, explore materials, and develop arrangements distinct from those suggested.

Resumo. Esta pesquisa investigou a construção do conceito de circuito elétrico em estudantes do 4º ano do Ensino Fundamental, à luz da Teoria da Equilbração (PIAGET, 1976). Pautou-se em um estudo de observação participante, com abordagem qualitativa, em torno da interação dos sujeitos com o instrumento criado: um jogo de cartas denominado Baralho da Descoberta, apoiado em desafios progressivos utilizando a placa Makey Makey. O estudo analisou como os desequilíbrios cognitivos, promovidos pelo jogo, mobilizaram os processos de aprendizagem dos sujeitos. A análise revelou que os desequilíbrios produziram perturbações cognitivas significativas, mobilizando mecanismos de regulação e equilbração majorante, evidenciados pela capacidade dos estudantes de antecipar resultados, explorar materiais e elaborar arranjos distintos dos sugeridos.

1. Introdução

A perspectiva construtivista da aprendizagem, proposta por Piaget (1970), sugere que a ação do sujeito sobre o objeto de conhecimento é responsável por desencadear mecanismos que promovem a construção do saber. Papert (1980) expandiu essa abordagem ao desenvolver o construcionismo, enfatizando a influência do computador nos processos de abstração e na reflexão crítica sobre o próprio pensamento do sujeito.

A Robótica Educacional (RE) caracteriza-se pela aplicação prática de conceitos em atividades experimentais no contexto educacional, especialmente na construção, automação e controle de dispositivos robóticos (D'ABREU, 2022). O reconhecimento das potencialidades da RE impulsionou a criação da Política Nacional de Educação Digital (PNED), estabelecida pela Lei nº 14.533/23. Essa política não apenas reconhece a RE como um ambiente favorável à aprendizagem, mas também integra o ensino de

computação, programação e o desenvolvimento de competências digitais ao currículo escolar

Ao observarmos a produção científica no campo da Robótica Educacional, percebe-se que, embora o levantamento de resultados frequentemente associados ao engajamento, à facilidade de interação e à adaptação com as ferramentas seja relevante, também é fundamental compreender os processos de aprendizagem subjacentes que impulsionam esses fenômenos. Em sua obra *A Equilíbrio das Estruturas Cognitivas*, Piaget (1976) elucida os mecanismos de assimilação e acomodação como processos essenciais na construção do saber, ressaltando como esses mecanismos interagem para promover o desenvolvimento cognitivo.

Nesse sentido, esta pesquisa fundamentou-se na perspectiva da Equilíbrio (PIAGET, 1976), considerando que o uso de materiais de robótica implica a necessidade de construção de conhecimentos, especialmente no que se refere à maneira como o sujeito mobiliza esses conhecimentos para experimentar, criar e elaborar novas possibilidades. O objetivo deste estudo foi investigar como estudantes do 4º ano do Ensino Fundamental construíram o conceito de circuito elétrico por meio de atividades experimentais com RE. A partir de uma abordagem qualitativa e utilizando a observação participante, buscou-se compreender como determinados desequilíbrios cognitivos, provocados por atividades mediadas pelo recurso didático *Baralho da Descoberta* e pela placa Makey Makey, mobilizaram os processos de aprendizagem ao longo das intervenções.

O artigo está organizado da seguinte forma: a Seção 2 apresenta os trabalhos correlatos; a Seção 3 aborda a fundamentação teórica da pesquisa; a Seção 4 descreve a metodologia adotada, incluindo o recurso *Baralho da Descoberta*, concebido tanto como instrumento de coleta de dados quanto como metodologia para aulas de robótica; a Seção 5 apresenta e discute os resultados; e, por fim, a Seção 6 traz as considerações finais e sugestões para trabalhos futuros.

2. Trabalhos correlatos

O trabalho de Fokides e Papoutsi (2020) consistiu em um estudo experimental com estudantes do Ensino Fundamental utilizando Makey Makey e materiais de baixo custo. Os resultados indicaram que o uso de materiais tangíveis para o ensino de conceitos relacionados à eletricidade se mostrou mais eficaz. Contudo, embora as intervenções realizadas sejam significativas para a elaboração de práticas pedagógicas no contexto da RE, acredita-se que os indicadores de aprendizagem utilizados não exploraram com a profundidade necessária o monitoramento do processo de aprendizagem, deixando de evidenciar a progressão dos conhecimentos.

De forma semelhante, o estudo de Sobreira et al. (2016) investigou a compreensão do conceito de energia em estudantes do 5º ano do Ensino Fundamental, a partir da criação de uma sequência didática apoiada em ferramentas como Arduino e o Makey Makey. Os autores constataram que atividades práticas envolvendo a ligação de circuitos, geração, condução e transformação de energia ampliaram significativamente o repertório conceitual dos alunos de forma gradual. No entanto, os mecanismos

responsáveis por essa evolução gradual do conhecimento não foram claramente apresentados.

Já a pesquisa de Soares (2024), conduzida com turmas do 8º ano do Ensino Fundamental, adotou uma abordagem de pesquisa-ação que integrou tecnologias ao ensino de eletricidade, combinando experimentos práticos, simuladores e o uso do Makey Makey. Os resultados reforçam a eficácia dessas ferramentas para tornar o ensino mais interativo e favorecer a compreensão de conceitos abstratos de maneira segura e concreta.

Este trabalho, portanto, pode contribuir para enriquecer o debate sobre práticas pedagógicas baseadas na problematização. Ao adotar a perspectiva da Equilíbrio (PIAGET, 1976) para analisar a aprendizagem, buscamos aprofundar a compreensão dos diversos aspectos que influenciam esse processo, esclarecendo como os desequilíbrios cognitivos impulsoram a construção do saber.

3. Referencial Teórico

A fundamentação teórica que embasa este estudo está organizada em dois tópicos principais. O primeiro discute a RE, suas contribuições para o ensino e como ela pode ser aplicada para promover a construção ativa do conhecimento em ambientes educacionais. O segundo aborda a teoria da equilíbrio de Piaget (PIAGET, 1976), explicando como os desequilíbrios cognitivos impulsoram o processo de aprendizagem.

3.1 Robótica Educacional

Conforme Campos (2019), o cenário para a RE na Educação Básica tem se consolidado, especialmente a partir no ensino de conceitos com enfoque na programação e engenharia, no turno inverso ao regular, bem como de forma interdisciplinar ao abranger outras áreas do conhecimento, focando na integração da robótica como metodologia na construção de projetos.

Nesse sentido, o estudo de Lopes et al. (2018) apresenta a RE sendo explorada de forma transversal, integrada ao ensino de Física por meio dos conteúdos de Cinemática, nos quais os conceitos de robótica foram abordados simultaneamente às atividades do projeto. Já na proposta de Trindade et al. (2022), a RE foi inserida como componente curricular em uma disciplina específica, intitulada Educação Tecnológica, voltada a estudantes do 6º ao 9º ano do Ensino Fundamental. Nessa abordagem, as atividades de robótica que culminaram na construção de robôs tinham como premissa impulsar aprendizagens em outras disciplinas do currículo,

As atividades de RE podem ser apoiadas por diferentes tipos de materiais e dispositivos. Dentre eles, destacam-se os kits estruturados, como as plataformas *LEGO Mindstorms*; as placas microcontroladoras, como o Arduino e o Micro:bit, que permitem maior liberdade de criação a partir da programação de sensores e atuadores; e os materiais não estruturados, como no caso da Robótica com Sucata, destaca em Garofalo (2019). Nesse contexto, o Makey Makey tem se consolidado como um dispositivo de baixo custo e bastante explorado no contexto da RE, principalmente por

permitir a integração de diferentes materiais condutores para composição de circuitos interativos.

3.1.1 O Makey Makey

Conforme a Figura 1, o Makey Makey possui terminais metálicos em sua interface, que representam teclas do computador e suas respectivas funções como clique do mouse, tecla de espaço e o conjunto de setas direcionais. Na parte inferior do dispositivo localizam-se as conexões denominadas “earth”, responsáveis por fechar o circuito elétrico e garantir o acionamento dos terminais, cuja capacidade pode ser expandida por meio de cabos com garras do tipo “jacaré” ou “crocodilo”, amplamente utilizados em projetos de RE.

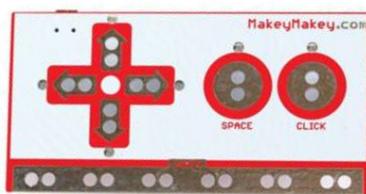


Figura 1. Interface do Makey Makey

Ao lado de cada terminal há um LED que acende quando a tecla correspondente é ativada pelo fechamento do circuito. Dessa forma, diferentes materiais com propriedades condutivas podem ser integrados ao projeto e interagirem no fechamento do circuito, promovendo a interação de diferentes conceitos geralmente abordados de forma muito abstrata e difíceis de conceber na prática.

3.2 Aspectos construtivistas da aprendizagem: a Equilibração das Estruturas Cognitivas

A questão de como o ser humano avança de um estado de menor para um de maior conhecimento foi central para Jean Piaget conceber uma epistemologia genética, explicando os mecanismos que estão envolvidos no desenvolvimento das estruturas cognitivas do sujeito em sua interação ativa com o meio. Em seu quarto período da obra, Piaget (1976) apresenta a equilibração como um processo de autorregulação. Nele, o sistema cognitivo busca constantemente um equilíbrio entre a assimilação de novas informações aos esquemas mentais existentes e a acomodação desses esquemas frente às perturbações do meio.

As perturbações cognitivas são situações que geram o desequilíbrio necessário para impulsionar os processos de autorregulação do sujeito. De acordo com Teixeira et al. (2018), é na tentativa de compensar essas perturbações que o sistema cognitivo se aprimora, culminando em uma nova construção como parte do processo cíclico de equilibração.

Conforme Piaget (1976) o progresso do sistema cognitivo é desencadeado por situações de desequilíbrio, levando-o a um processo de reconstrução que busca o reequilíbrio. Como explica o autor: "[...] não no sentido de retorno à forma anterior de

equilíbrio, cuja insuficiência é responsável pelo conflito ao qual esta equilibração provisória chegou, mas de um melhoramento desta forma precedente" (PIAGET, 1976, p. 19). Dessa forma, a teoria da equilibração esclarece que os desequilíbrios impulsionam a aprendizagem, resultando em uma equilibração majorante: o sujeito não retorna ao estado anterior, mas atinge um nível de compreensão qualitativamente superior.

No processo de equilibração majorante, as regulações atuam como respostas imediatas às perturbações, ajustando a ação do sujeito frente a erros (*feedback negativo*) ou acertos (*feedback positivo*), como explica Piaget (1976). Contudo, a efetiva superação do desequilíbrio exige uma compensação: um processo construtivo que não apenas corrige a ação, mas reestrutura o esquema subjacente, preenchendo suas lacunas e permitindo antecipar e anular perturbações futuras.

Nesse sentido, o processo de reequilibração pode ser compreendido como uma situação de aprendizagem. Nela, o sujeito é desafiado e percebe que seus conhecimentos prévios são insuficientes. Desse modo, a criação de mecanismos que o levem a não apenas repetir a ação, mas a tentar de forma diferente, é fundamental para a construção de um novo e mais estável equilíbrio em torno do objeto de conhecimento.

4. Metodologia

Esta pesquisa caracteriza-se como um estudo de cunho qualitativo, que se pautou pelo método da observação participante. Conforme define Proença (2007), a observação participante consiste na vivência *em locus* do pesquisador com o evento de sua análise, para melhor entendê-lo a partir de suas interpretações, participando das relações sociais a partir do contexto observado.

O objetivo foi compreender os processos de aprendizagem e a construção de conceitos sobre circuito elétrico por parte de alunos do Ensino Fundamental, durante a interação com um recurso educacional denominado “baralho da descoberta” desenvolvido à luz da Teoria da Equilibração (1976). Dessa forma, o desenvolvimento da proposta, em formato de jogo de cartas, foi concebido a partir de mecanismos da Equilibração, com situações de aprendizagem que apresentavam tanto instruções para a organização do circuito quanto questionamentos para fomentar a reflexão e o levantamento de hipóteses.

A investigação foi realizada em uma escola privada do município de Porto Alegre, Rio Grande do Sul. Participaram do estudo 8 turmas do 4º ano do Ensino Fundamental, totalizando aproximadamente 245 sujeitos. Para a realização das atividades, os alunos de cada turma foram organizados em quartetos. Cada grupo recebeu um kit de materiais composto por: duas placas *Makey Makey*, oito fios com garras jacaré, um clipe metálico, uma borracha, uma fruta e um *Chromebook*. A tarefa dos grupos consistia em realizar os experimentos indicados nas cartas e fazer anotações de acordo com o que fosse questionado.

As fontes de dados para a análise foram os registros escritos produzidos pelos alunos e o diário de campo do pesquisador, elaborado a partir das observações das situações experimentais. A coleta de dados por meio da observação participante

pressupõe a elaboração de um relatório de campo com o registro de todos os dados coletados, transformando-os em documentos escritos para posterior análise.

4.1 O baralho

Na Figura 2, apresentamos o instrumento da pesquisa, sendo composto por um total de nove cartas. A primeira carta introduz a atividade por meio de uma narrativa investigativa, na qual são apresentados elementos conceituais sobre circuito elétrico de forma intrínseca. As cartas subsequentes (2 a 9) apresentavam desafios com complexidade crescente, que evoluíam de ações que exigiam uma coordenação mais simples, como conectar dois fios e observar os resultados, para situações que demandavam antecipar acontecimentos e realizar uma conexão de forma autônoma.



Figura 2 - O baralho

Os desafios, conforme podem ser apreciados pelo Quadro 1, foram elaborados para mobilizar perturbações cognitivas. O propósito era colocar os alunos em situações de desequilíbrio cognitivo, em que seus conhecimentos prévios se mostrassem insuficientes, incentivando-os a levantar hipóteses, retomar a ação de forma modificada e mobilizar compensações para que os reequilíbrios alcançados fossem progressivamente mais consistentes. Por esse motivo, não foram realizados levantamentos iniciais sobre o nível de conhecimento dos alunos acerca dos conceitos de circuito elétrico. O objetivo da pesquisa foi investigar se os conceitos emergiriam de forma progressiva durante as atividades, com base na interação dos estudantes com os desafios propostos.

Quadro 1. Conteúdo das cartas

Carta	Enunciado
1	Essa plaquinha se chamada Makey Makey e precisa estar conectada ao computador para funcionar;

	Quando conectada, uma mágica acontece! Como bom detetives, precisamos descobrir que mágica é essa; Por enquanto, temos uma pista: a energia só funciona quando o caminho estiver fechado e ela consegue circular pela placa;
2	Pegue dois fios de cores diferentes ; Prenda um no lugar escrito “ EARTH ” e outro no “ SPACE ” da plaquinha. Agora, preste atenção nas pontinhas metálicas que não estão presas e perceba que não há nada entre elas. Faça o seguinte: pegue a pontinha de “ EARTH ” com uma das mãos e com a outra segure “ SPACE ”; O que você percebeu que aconteceu com a placa?
3	Troque de lugar o fio que estava em “ EARTH ” e escolha o botão da “ seta para cima ”; Segure a ponta dos dois fios para ver o que acontece. Foi diferente de antes? Por quê?
4	Você consegue descobrir o que está errado? O que precisaria ser feito para ligar o led do botão da “ seta para cima ”? Explique se existe algum botão especial que precisa ser mantido!
5	Coloque novamente um fio no terminal “ EARTH ”; Prenda o outro fio em “ seta para cima ” e conecte sua ponta a uma fruta ; Agora, com uma mão, segure a parte metálica do fio “ EARTH ”; Com a outra mão, toque na fruta. O que está acontecendo?
6	Mantenha o fio em “ EARTH ”; Retire a fruta da pontinha do fio e peça para uma pessoa segurar a pontinha metálica; Agora, uma pessoa segura a pontinha metálica de “ EARTH ”; As duas pessoas que fazem parte do experimento encostam as mãos que estão desocupadas; O que aconteceu?
7	Em cima da mesa existem dois objetos. Escolha 1 para fazer o teste; Mantenha o fio que está em “ EARTH ”, e ao invés de alguém segurar, prenda o fio no objeto escolhido; Agora que você testou um dos objetos, teste o outro! Explique o que acontece com cada objeto e o porquê!
8	Será que é possível substituir os materiais do experimento por outros? Se você ganhasse um estojo cheio de materiais dentro dele, será que existiria algum que faria o LED acender? Como seriam esses materiais?
9	Tente fazer com que o LED de algum dos botões fique sempre ligado. Ele não pode apagar! Para isso, use os materiais que foram disponibilizados; Como você fez para manter o led ligado?

4.2 Dinâmica de jogo

O pesquisador organizou o ambiente deixando as placas Makey Makey conectadas ao computador e os materiais dispostos em cima das mesas. Antes de iniciar, foram apresentadas as “regras” do jogo aos sujeitos: (i) o computador precisa estar ligado; (ii) a plaquinha deve estar conectada ao computador com o cabo USB; (iii) O LED vermelho na parte de trás da plaquinha está aceso (é sinal de que está pronta para funcionar); (iv) O jogo só começa depois que o grupo lê o enigma da Carta 1. Após isso, virem a próxima carta, realizem o experimento e façam os registros na folha da equipe; (V) Não é permitido virar uma carta se não conseguir realizar o experimento.

5. Resultados

A partir da análise, emergiram duas categorias que compreendem a manifestação de mecanismos internos relacionados à aprendizagem, analisados à luz da Teoria da Equilíbrio.

5.1 A qualidade dos desequilíbrios para a produção de perturbações cognitivas

Nesta categoria, foram analisadas as situações de desequilíbrio cognitivo planejadas para provocar perturbações cognitivas, ou seja, cenários em que algo não ocorreu como esperado (feedback negativo). Os desequilíbrios cognitivos surgem quando o indivíduo se depara com um problema para o qual ainda não possui esquemas de ação suficientes, gerando um estado de desacomodação. Segundo Piaget (1976), esse desequilíbrio pode desencadear uma perturbação cognitiva, desde que o sujeito atribua valor à necessidade envolvida e reconheça sua superação como indispensável para restaurar o equilíbrio.

No segundo experimento (carta 2), os sujeitos relataram o acendimento do LED ao seguir as instruções, criando uma expectativa para os desafios posteriores. Essa expectativa tornou-se um ponto de referência nas interações subsequentes. Na terceira carta, ao trocar os terminais para “Up” e “Space”, surgiram reações como: “prof, agora não está funcionando!” ou “algo está errado”. Embora houvesse percepção do problema, ainda não se observavam ações consistentes de regulação, os sujeitos registravam o evento, mas não buscavam ativamente explicações ou correções.

Esse comportamento contrasta com o que ocorreu na quarta carta, cuja instrução explicitava que “algo estava errado” e perguntava: “o que precisaria ser feito para ligar o LED de Up?”. Aqui, os sujeitos passaram a formular hipóteses e reorganizar suas ações, evidenciando o início de processos regulatórios, contudo, ainda baseados em tentativa e erro.

A partir do quinto experimento, como mostra a Figura 3, as perturbações tornaram-se mais evidentes. Situações envolvendo materiais condutores e isolantes, bem como a utilização do próprio corpo como parte do circuito, despertaram bastante curiosidade e surpresa. Os sujeitos passaram a levantar hipóteses como: “*Nosso corpo tem energia?*”, “*A gente dá energia para a placa?*” e “*Que mágica é essa?*”. Diante dessas manifestações, o pesquisador promoveu novos desequilíbrios para tensionar as hipóteses formuladas: “*Se o LED acende porque nosso corpo tem energia, será que conseguimos ligar o Makey Makey só encostando no USB?*”; “*Qual a característica em comum que o corpo humano tem com com o fio crocodilo?*”.



Figura 3 - Estudantes interagindo com os materiais

Cabe destacar a mobilização dos sujeitos no experimento da oitava carta, que solicitava que imaginassem outros objetos capazes de acender o LED, levando-os a testarem diferentes materiais que tinham e formular hipóteses com relação às propriedades dos materiais. A Figura 4 mostra um grupo de estudantes que, de forma

autônoma, explorou materiais que não estavam na mesa, criando circuito maior usando a janela do laboratório.

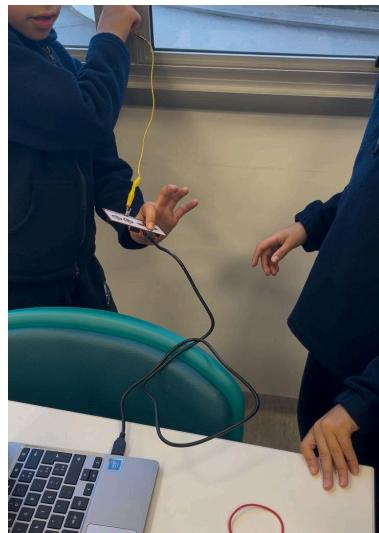


Figura 4 - Grupo de sujeitos integrando a janela no circuito

Ao longo da investigação, ficou evidente que a estrutura das instruções e as dinâmicas de interação foram determinantes para a produção de perturbações cognitivas. O desenho dos experimentos foi concebido para promover um ciclo de desequilíbrio → regulação → reequilíbrio, favorecendo a assimilação e acomodação. Ainda que nem todos os desequilíbrios tenham gerado perturbações cognitivas explícitas, cada experimento contribuiu para acionar mecanismos de equilibração.

5.2 Os mecanismos construtivos da equilibração

Após a análise da qualidade dos desequilíbrios, foram identificados também os mecanismos de regulação, compensação e alguns indícios de equilibração majorante, mobilizados pelos sujeitos durante as observações. As perturbações cognitivas, geradas quando o circuito não funcionava como esperado, levaram os sujeitos a adotar diferentes estratégias para buscar um novo estado de equilíbrio.

Foram observados dois tipos principais de regulação. O primeiro, principalmente na quarta carta, consistia em ajustes superficiais, como trocar fios entre terminais, sem modificar o esquema de ação fundamental, pois alguns sujeitos achavam que esticar o fio ou segurar com mais força a ponta, por exemplo, poderiam resultar no acendimento do LED, demonstrando uma compreensão ainda parcial baseada em tentativa e erro.

Por outro lado, a partir da quinta e da sexta carta, emergiram regulações mais sofisticadas. Nessa etapa, os sujeitos passaram a negar algumas ações que não davam certo (tentar de maneira totalmente diferente), um indício de regulação por inversão, característica de um processo de compensação. Dessa forma, observar uma troca constante dos fios de lugar, sendo necessárias mais intervenções do pesquisador no sentido de causar mais desequilíbrios, pois as cartas questionavam “*o que estava acontecendo*” e isso não foi suficiente para que os sujeitos produzissem compensações muito evidentes.

Contudo, foi possível perceber, a partir nas três últimas cartas do experimento, indícios de uma progressiva reorganização de esquemas de alguns dos sujeitos que indicavam compensações mais completas e também de equilíbrios majorantes. Inicialmente, os sujeitos observaram o acendimento do LED, com o passar das atividades conseguiram antecipar o acendimento e realizar ações sem as instruções das cartas e também pensar em diferentes materiais para compor um circuito.

Ao encontro disso, uma pequena parcela dos sujeitos comprehendiam o circuito elétrico de maneira intuitiva, como um “caminho” por onde a energia circulava. Ao longo das interações, esse conceito foi se tornando mais elaborado, com a incorporação das noções de circuito aberto e fechado, e da importância das propriedades dos materiais, levantando hipóteses e testando diferentes materiais da sala para compor o circuito. Essa compreensão revela uma construção puramente dos sujeitos, tendo em vista que não foram abordados conceitos sobre circuito elétrico de forma explícita e as experiências traziam tais elementos de modo intrínseco, revelando, dessa forma, uma reorganização conceitual consistente com a equilibração majorante descrita por Piaget (1976).

6. Considerações Finais

Esta pesquisa teve como objetivo compreender os processos de aprendizagem de estudantes do 4º ano do Ensino Fundamental, a partir da criação de um recurso educacional que também serviu como instrumento de coleta de dados, com base nas observações e registros das interações dos estudantes durante a proposta. Para isso, as situações de aprendizagem e a análise dos resultados foram conduzidas com base na Teoria da Equilibração (PIAGET, 1976).

A pesquisa revelou o potencial de explorar conceitos por meio de uma pedagogia da pergunta, que descentraliza o ensino tradicional baseado na exposição de conteúdos. Ao focar no processo de pensamento do sujeito, a metodologia permitiu que o conhecimento emergisse a partir da interação com os desafios propostos, com a mediação docente desempenhando um papel fundamental na provocação de desequilíbrios cognitivos que impulsionam a aprendizagem.

Diante desses resultados, observou-se que as perturbações cognitivas desencadearam processos de regulação, nos quais os sujeitos buscaram testar diferentes possibilidades, além das sugestões iniciais das cartas, evidenciando a construção de compensações cada vez mais próximas à equilibração majorante. Esse movimento se tornou evidente quando os estudantes conseguiram acender LEDs de forma autônoma, antecipar resultados com base nas propriedades dos materiais do circuito e explorar diferentes materiais disponíveis na sala.

Como trabalhos futuros, pretende-se reestruturar o instrumento utilizado, incorporando as situações de desequilíbrio mais eficazes nas dinâmicas das cartas. A partir disso, espera-se disponibilizar os materiais em um veículo de comunicação online, permitindo seu uso como recurso pedagógico por professores, inclusive como alternativa para escolas sem o Makey Makey. Vale destacar que, embora ajustes sejam necessários, a pesquisa oferece um panorama inicial sobre como os desequilíbrios cognitivos podem impulsionar os processos de aprendizagem, constituindo um ponto de

partida para novas investigações nos campos da Educação, Robótica e Psicologia Cognitiva.

Referências

- CAMPOS, Flavio Rodrigues. *A robótica para uso educacional*. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2019.
- CAPISTRANO CUNHA SOARES, I. Proposta didática para o ensino de eletricidade para o 8º ano do Ensino Fundamental: transformando a sala em um laboratório. *Journal of Education Science and Health*, [S. l.], v. 4, n. 3, p. 1–10, 2024. DOI: 10.52832/jesh.v4i3.442. Disponível em: <https://bio10publicacao.com.br/jesh/article/view/442>. Acesso em: 9 jun. 2025.
- D'ABREU, João. Robótica educacional nos anos iniciais: possibilidades e desafios para a construção de conceitos científicos. In: SOBREIRA, Elaine; VIVEIRO, Alessandra; D'ABREU, João. *Do Paper Circuit à programação de Arduino com Scratch: uma sequência didática para aprendizagem do conteúdo de energia nos anos iniciais do ensino fundamental*. In: *WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA (WIE)*, 2016. Anais [...]. p. 456–465.
- FOKIDES, Emmanuel; PAPOUTSI, Alexandra. Using Makey-Makey for teaching electricity to primary school students: a pilot study. *Education and Information Technologies*, v. 25, n. 2, p. 1193–1215, 2020.
- GARAFALO, Débora Denise. Robótica com sucata: uma educação criativa para todos. *Revista Brasileira de Pós-Graduação*, v. 15, n. 34, p. 1–21, 2019.
- LOPES, Almir Rogério da Silva; CRUZ, Ellen; SIEBRA, Clairton. Uma análise com foco quantitativo sobre o uso da Robótica Educacional no ensino da Física. In: *WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA (WIE)*, 24., 2018, Fortaleza, CE. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2018. p. 99–108. DOI: <https://doi.org/10.5753/cbie.wie.2018.99>.
- PAPERT, Seymour. *Mindstorms: children, computers, and powerful ideas*. New York: Basic Books, 1980.
- PIAGET, Jean. *A equilíbrio das estruturas cognitivas: o problema central do conhecimento*. Rio de Janeiro: Kahar Editores, 1976.
- SOBREIRA, Elaine; VIVEIRO, Alessandra; D'ABREU, João. Do Paper Circuit à programação de Arduino com Scratch: uma sequência didática para aprendizagem do conteúdo de energia nos anos iniciais do ensino fundamental. In: *WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA (WIE)*, 2016. Anais [...]. p. 456–465.