



ROBÓTICA EDUCACIONAL DE BAIXO CUSTO NO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM EM UM CONTEXTO INTERDISCIPLINAR NA PERSPECTIVA DA PRÁTICA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

Marcelo de Oliveira Vilaça¹

Marli Regina dos Santos²

Resumo: Essa comunicação apresenta uma pesquisa, em fase de análise de dados, que tem como objetivo analisar, qualitativa e interpretativamente, os dados obtidos por meio de um estudo de campo, no qual buscou-se destacar os aspectos envolvidos na realização de uma proposta envolvendo a robótica educacional de baixo custo, em suas possibilidades interdisciplinares. O foco desta comunicação será apresentar um pouco dos referenciais que sustentam este estudo e dar destaque aos procedimentos metodológicos, em especial a abordagem fenomenológica.

Palavras-chave: Robótica Educacional. Interdisciplinaridade. Fenomenologia.

INTRODUÇÃO

Segundo Borba, Scucuglia e Gadanidis (2021), a década de 1980 é o início da primeira fase das tecnologias digitais na educação matemática, marcada principalmente pela utilização de calculadoras simples e científicas e da linguagem LOGO. A aprendizagem com a linguagem LOGO se dava com base na experimentação (BORBA E PENTEADO, 2002), na qual o estudante formula e reformula a programação de uma tartaruga robótica na tela do computador através da análise dos próprios erros o que, segundo os autores, produz um processo de reflexão que é fundamental para o pensamento, em especial o matemático.

O criador da linguagem LOGO, Seymour Papert, tinha como objetivo colocar os estudantes em interação com a tela computacional de modo que pudessem programar a trajetória de uma tartaruga robótica (a *turtle*) para criação de desenhos geométricos. O robô de Papert, possibilitou ao computador ter movimento, expressões e até alguns sentidos, através de sensores e atuadores. Por exemplo, ao ensiná-la a fazer um quadrado, um conjunto de comandos

¹ Universidade Federal de Ouro Preto - UFOP; E-mail: marcelo.vilaca@educacao.mg.gov.br; Orientadora: Marli Regina dos Santos.

² Universidade Federal de Ouro Preto. Docente do PPGEDMAT



e ações, inicialmente planejados levariam a um resultado que possibilitaria inferir análises sobre o movimento executado e as ordens dadas quase que imediatamente, demonstrando um *feedback* forte e visceral.

A criação de Papert estava fortemente fundamentada pela sua reconstrução pessoal do Construtivismo de Piaget, que Papert batizou de Construcionismo. Uma filosofia educacional baseada em ensinar os estudantes fazerem algo em vez de ensiná-las “sobre” algo. Segundo Camacho (2010, p. 8), o trabalho de Papert atribui autonomia ao educando, um papel que até então era reservado aos adultos ou ao professor. O estudante programando os computadores sentia como se estivesse comandando a máquina. Ainda segundo este autor, Papert propõe “[...] o incentivo à exploração e à criatividade, já que ‘entender é inventar’”. Neste sentido, Papert sugere que, ao inventar, o estudante é levado ao conhecimento. As pesquisas de Papert o levaram mais tarde a trabalhar na afamada linha de produtos de robótica educacional da LEGO®, a principal empresa responsável pela popularização da Robótica Educacional, tendo a linha *Mindstorms*® como um dos frutos dessa parceria que recebeu este nome em referência ao livro de Papert “*Mindstorms: Children, Computers and Powerful Ideas*” (PAPERT, 1980).

Por outro lado, recursos como o disponibilizado pela Lego, ainda são algo distante das salas de aula brasileiras, em especial as públicas. A realidade do contexto brasileiro está distante da apresentada por autores estrangeiros que abordam a robótica (WEINBERG e YU, 2013; MILLER e NOURBAKHS, 2016) e, considerando um cenário agravado pela recessão econômica ocasionada pela pandemia, a inserção da robótica educacional em nossas escolas, principalmente as públicas, ainda é quase nula. Equipamentos baratos e de fácil utilização ainda são uma realidade distante para muitas escolas públicas brasileiras que não têm, sequer, condições estruturais mínimas para o desenvolvimento das ações docentes básicas relacionadas ao uso das tecnologias, como na utilização de computadores e programas específicos. Em geral, os *kits* pedagógicos mais conhecidos, como os da LEGO®, e utilizados na educação costumam ter um preço muito elevado por estudante o que impede o acesso a essa ferramenta.

Se mostra importante pensar maneiras e caminhos para viabilizá-la, especialmente no ensino público onde ela é praticamente ausente. Nesse sentido, a pesquisa que apresentamos neste texto tem como foco investigar as possibilidades da robótica educacional de baixo custo



para o ensino-aprendizagem de alunos do Ensino Médio, destacando a perspectiva interdisciplinar pela qual ela pode adentrar.

INTERDISCIPLINARIDADE

De acordo com Fazenda (1994), desde o surgimento do termo “interdisciplinaridade” nos anos 1960, o conceito tem ganhado espaço na legislação educacional brasileira, nas propostas curriculares e nos discursos de educadores de todo o país. Seu surgimento ocorre em meio à discussão sobre o campo acadêmico e à pesquisa. Segundo Bicudo (2006), a interdisciplinaridade é um modo de proceder que em sua origem está pautado na lógica da disciplina, operando de maneira a interconectá-las, colocando-as em relação umas com as outras, para além de um somatório dos conhecimentos de cada disciplina.

O trabalho interdisciplinar exige aberturas para que uma disciplina adentre no espaço da outra, resignificando e sendo resignificado por ela. A troca de conhecimentos e experiências entre as disciplinas durante o processo dão origem a um novo saber, menos fragmentado e mais dinâmico. Para Japiassú (1995), a interdisciplinaridade pressupõe um conceito de finalidade que é definido em um nível hierárquico acima das demais disciplinas, “o interdisciplinar cada vez se impôs como o grande princípio de organização dos conhecimentos” onde a unidade da proposta prevalece em detrimento daquilo que é específico a cada área.

Porém, seja no âmbito do ensino como no da pesquisa, o trabalho interdisciplinar não é simples nem fácil de ser organizado, já que a própria cultura escolar atua na lógica de estancar os conhecimentos em “caixinhas”, sem considerar as relações entre eles, nem ampliando seus horizontes epistemológicos. O trabalho interdisciplinar não é simples e constitui uma inovação, pois questiona o que está posto e aceita, exigindo aberturas.

Dessa forma, envolver distintas disciplinas por si só não nos dá garantia quanto à realização do trabalho disciplinar. O envolvimento de diferentes disciplinas pode levar a um trabalho interdisciplinar, ou se manter sendo multidisciplinar, ou seja, uma junção onde cada professor desempenha unicamente aquilo que se refere ao seu conteúdo.

A própria robótica educacional, como elaborada por Papert, se volta para a interdisciplinaridade como um modo de operar visando um ensino integrado, no qual as



disciplinas contribuem para se atingir uma meta ou uma compreensão mais consistente de uma situação mais ampla. O envolvimento de diferentes disciplinas pode levar a um trabalho interdisciplinar, ou se manter sendo multidisciplinar, ou seja, uma junção onde cada professor desempenha unicamente aquilo que se refere ao seu conteúdo. Para além de um somatório dos conhecimentos de cada disciplina, onde cada uma aborda as ideias de seu currículo.

A Robótica Educacional tem o potencial de ser interdisciplinar, porém, David e Tomaz (2008) atentam que na busca por uma interdisciplinaridade existe o risco de focar mais na proposta de trabalho e menos na atividade dos sujeitos em si. Ao supor que determinado conteúdo já traz significados que os tornam interdisciplinares, desconsideramos que a construção de significados depende da relação dos sujeitos envolvidos naquele trabalho, portanto, a interdisciplinaridade surge na interação dos alunos e professores, e não é uma característica intrínseca a determinado tema com potencial de ser interdisciplinar.

Por isso, as atividades propostas na pesquisa foram pensadas como desencadeadoras de reflexões sobre a robótica e o ensino e aprendizagem dos temas e conteúdos envolvidos, de forma a relacioná-los. O enfoque interdisciplinar e as trocas entre os participantes, incluindo-se aí o pesquisador, visam possibilitar um ambiente de análises e interações refletidas onde a participação de distintas disciplinas pode sugerir novos olhares e novas formas de se conceber aspectos da proposta apresentada e seu desenvolvimento.

A ABORDAGEM QUALITATIVA FENOMENOLÓGICA

Considerando os aspectos da pesquisa, em especial quanto às interações humanas presentes e às relações de ensino e aprendizagem por meio da robótica educacional de baixo custo, a metodologia adotada para a coleta e análise dos dados refere-se à abordagem qualitativa de cunho fenomenológico, a qual visa uma compreensão interpretativa do fenômeno pesquisado sem a pretensão de descrever uma relação de causa efeito. Joel Martins (1990) define a fenomenologia como o

Nome que se dá a um movimento cujo objetivo precípua é a investigação direta e a descrição de fenômenos que são experienciados conscientemente, sem teorias sobre a sua explicação casual e tão livre quanto possível, de pressupostos e preconceitos. (MARTINS, 1990 apud BICUDO; ESPÓSITO, 1994, p. 15)



Nesta perspectiva ao adotar o modo fenomenológico de conduzir pesquisas em educação, o pesquisador busca descrever e compreender os fenômenos em vez de simplesmente querer explicá-los. Assim, olha para o fenômeno investigado buscando não propor julgamentos ou pré-conceitos quanto ao que ocorre junto aos sujeitos, não se atendo a teorias ou constatações que limitam seu olhar para o investigado. Ao contrário, busca ver e deixar que se explicitem ao seu olhar os sentidos e significados relacionados com sua indagação posta.

Na pesquisa fenomenológica, o investigador, de início, está preocupado com a natureza do que vai investigar, de tal modo que não existe, para ele, uma compreensão prévia do fenômeno. Ele não possui princípios explicativos, teorias ou qualquer indicação definidora do fenômeno. Inicia seu trabalho interrogando o fenômeno. Isso quer dizer que ele não conhece os características essenciais do fenômeno que pretende estudar. (MARTINS; BICUDO, 1989, p. 92).

É buscando compreender o fenômeno que indaga que o pesquisador direciona seu olhar para suas descrições e busca evidenciar aspectos significativos e importantes, à luz da indagação de pesquisa. O pesquisador procura trazer luz aos significados das descrições, em dois momentos principais da análise: a ideográfica e a nomotética. Na análise ideográfica o pesquisador descreve as interações e busca pelas Unidades de Significado (US). Na análise nomotética, com base na ideográfica, o pesquisador busca categorias maiores de análise, que são descritas sob a forma de proposições, buscando convergência de sentido e significados que serão discutidas na pesquisa com base nos dados coletados, nos autores e textos importantes para a temática, nas vivências e discussões do pesquisador, nas articulações possíveis com a área (MARTINS E BICUDO, 1983 e 1989; MARTINS, 1992; BICUDO E ESPOSITO, 1994; GARNICA, 1999).

SUJEITOS DA PESQUISA E ESTÁGIO ATUAL DA ANÁLISE

A pesquisa aqui anunciada foi desenvolvida em uma turma do segundo ano do Ensino Médio Integral, que conta com 23 alunos matriculados. O objetivo da proposta é conduzir os estudantes até a elaboração de um “artefato orgânico”, neste caso um robô-girassol. O artefato deve ser capaz de receber dados do ambiente através de sensores e se mover na direção da luz.

Como plataforma educacional, optamos por utilizar majoritariamente o Arduino, uma plataforma de prototipagem eletrônica composto por um controlador, uma interface para conectá-lo ao computador, entradas de dados (*inputs*) e saídas de dados (*outputs*). O Arduino



pode ser programado, geralmente em C/C++, e é através da programação que é definido a tarefa a ser executada, como por exemplo, acender uma luz, girar um motor, etc. O diferencial do Arduino para os kits pedagógicos de robótica comumente utilizados é primeiramente seu baixo custo e segundo a sua versatilidade, podendo também ser utilizado em conjunto com materiais recicláveis e sucata eletrônica.

Inicialmente, foi preciso familiarizar os alunos com as ideias criação de um algoritmo e a importância de se estruturar, numa ordenação correta, os comandos. A partir de várias atividades (com recurso concreto, simulador do Arduino ou no próprio Arduino), buscou-se envolver os alunos na aprendizagem dos comandos e realização das tarefas e desafios propostos. Por meio da análise e execução de tarefa, foi proposto questionamentos afins de encontrar junto aos alunos soluções para os resultados encontrados ou desejados. Os alunos também foram estimulados a comparar resultados de diferentes atividades, refletindo sobre elas e propondo ações.

Seguindo as etapas da abordagem qualitativa fenomenológica, na análise ideográfica, as descrições dos acontecimentos ocorridos na sala, as interpretações do pesquisador e as unidades de significado foram organizadas em quadros, como o exemplificado a seguir, que apresenta uma interação ocorrida durante uma das atividades, na qual os estudantes montaram um circuito em um simulador virtual para ativar uma saída digital e acender um LED:

Descrição	Interpretação	US
<p>Rafaela: Por que não tá ligando?</p> <p>Professor: Primeiro temos que colocar na simulação, quando clicamos na simulação olha o que acontece.</p> <p>Alicia: Aqui o meu não tá ligando.</p> <p>Professor: Por que vocês acham que não está ligando?</p> <p>Lucas: Porque a resistência está muito grande?</p> <p>Professor: Na verdade não é isso, o LED só não está ligando porque não programamos para que</p>	<p>Os estudantes apresentaram muitas dúvidas e dificuldades sobre o funcionamento do simulador, o que já era esperado já que o simulador era “novidade” para eles.</p> <p>Um aluno tenta analisar o que ocorre, relacionando com a física do resistor.</p> <p>A tarefa exigiu uma</p>	<p>2.1 Correlação com conceitos de física.</p>



aquela porta 9 ligue. Pra fazer isso, vamos lá em cima na aba chamada “código”. Nessa tela vamos clicar na aba texto, para que possamos digitar os comandos necessários	orientação quase integral do pesquisador.	
---	---	--

Nesta atividade os estudantes efetuaram a tarefa com soluções adequadas ao que foi proposto. Vale ressaltar também que enfrentaram algumas dificuldades relacionadas ao manuseio do simulador, o que já era esperado por ser a primeira vez deles utilizando a plataforma. Alguns alunos enfrentaram ainda dificuldades relacionadas ao uso do teclado e mouse, como por exemplo, a dificuldade de inserir uma vírgula no texto.

A breve interação durante a prática, revela que apesar de o estudante não responder corretamente o motivo pelo qual o LED não foi capaz de acender, ele foi capaz de reconhecer a propriedade do resistor elétrico ao afirmar que a “resistência está muito grande”. Na física, a resistência elétrica é uma grandeza inversamente proporcional a corrente elétrica, sendo assim, uma resistência elétrica muito alta não seria capaz de fazer com que a corrente elétrica fosse o suficiente para acender o LED.

Seguindo o movimento de análise fenomenológica, aqui apresentado sucintamente, buscaremos, em um momento posterior, encontrar categorias de análise por meio de um movimento de convergências das US destacadas nos encontros descritos. Tais categorias serão a base para uma análise mais ampla, articulada aos referenciais sobre as temáticas centrais da pesquisa e aos dados descritos.

REFERÊNCIAS

BICUDO, M. A. V. Pesquisa Qualitativa e pesquisa qualitativa segundo a abordagem fenomenológica. In: BORBA, M. C.; ARAÚJO, J. L. **Pesquisa Qualitativa em Educação Matemática**. 2. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2006. p. 101-113. (Coleção Tendências em Educação Matemática).

BICUDO, M. A. V.; ESPOSITO, V. H. C. (orgs). **Pesquisa Qualitativa em educação** – um enfoque fenomenológico. Piracicaba: Editora Unimep, 1994.

BORBA, M. C.; PENTEADO, M. G. Pesquisas em Informática e Educação Matemática. In: **Educação em Revista**, no 36, p. 239-253. Belo Horizonte: 2002.



BORBA, M. C.; SCUCUGLIA, R. R. S.; GADANIDIS, G. **Fases das Tecnologias Digitais em Educação Matemática: sala de aula e internet em movimento**. 3.ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2020.

CAMACHO, R. C. S. Síntese Crítica ao livro de Seymour Papert “A Máquina das crianças Repensando a escola na era da informática”. Mestrado em Ensino de Matemática no 3º Ciclo e no Secundário da Universidade da Madeira, Funchal. 2010.

DAVID, M. M. M. S.; TOMAZ, V. S. **Interdisciplinaridade e aprendizagem da Matemática em sala de aula**. Autêntica Editora, 2008.

FAZENDA, I. C. A. **Interdisciplinaridade: História, Teoria e Pesquisa**. 11. ed. Campinas, SP: Papyrus, 2003 (1994).

GARNICA, A.V.M. Filosofia da Educação Matemática: algumas ressignificações. In BICUDO, M.A.V. **Pesquisa em Educação Matemática: concepções e perspectivas**. São Paulo: Editora UNESP, 1999.

JAPIASSU, H. A Crise das Ciências Humanas. In: FAZENDA, I (org). **A Pesquisa em Educação e as Transformações do Conhecimento**. São Paulo: Papyrus, 1995.

MARTINS, J. **Um Enfoque Fenomenológico do Currículo: educação como *poiésis***. Organização do Texto Vitória Helena Cunha. São Paulo: Cortez, 1992.1

MARTINS, J.; BICUDO, M. A. V. **A pesquisa qualitativa em Psicologia**. Fundamentos e recursos básicos. 1. ed São Paulo: Editora Moraes, 1989.

MARTINS, J.; BICUDO, M. A. V. **Estudos sobre existencialismo, fenomenologia e educação**. 1. ed. São Paulo: Moraes, 1983.

MILLER, D. P.; NOURBAKHSH I. “Robotics for Education”. **Springer Handbook of Robotics**, organizado por Bruno Siciliano e Oussama Khatib, Springer International Publishing, 2016, p. 2115–34. DOI.org (Crossref), https://doi.org/10.1007/978-3-319-32552-1_79.

PAPERT, S. **Mindstorms: children, computers and powerful ideas**. Nova Iorque: Basic Books, 1980.

WEINBERG, J.B.; YU, X. Robotics in education: low-cost platforms for teaching integrated systems. **Ieee Robotics & Automation Magazine**, [S.L.], v. 10, n. 2, p. 4-6, jun. 2003. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE).