



## DA ABSTRAÇÃO AO CIRCUITO: Prototipagem com Arduino e Python na Investigação do Paradoxo de Monty Hall no PIBID Matemática

Silva de Sousa, Joao Victor <sup>1</sup>  
Souza, Fabrício Filizola <sup>2</sup>

**RESUMO:** O ensino de probabilidade na educação básica enfrenta desafios, especialmente com fenômenos contraintuitivos como o paradoxo de Monty Hall. Este trabalho apresenta pesquisa exploratória sobre o desenvolvimento de um dispositivo físico com Arduino para simular o paradoxo, utilizado com estudantes do Ensino Médio no âmbito do PIBID. O sistema utiliza botões para representar portas e LEDs para feedback visual, permitindo experimentação prática do fenômeno. A fundamentação teórica baseia-se na aprendizagem ativa (Valente, 1999; Papert, 1994) e na cultura maker (Blikstein, 2013). Os resultados mostraram forte engajamento dos participantes. Os dados coletados (68,7% de sucesso na troca e 31,3% na manutenção) confirmam empiricamente a solução teórica do paradoxo, indicando que interfaces físicas interativas podem contribuir significativamente para a compreensão conceitual da probabilidade no ensino básico.

**PALAVRAS-CHAVE:** Probabilidade; Paradoxo de Monty Hall; Cultura Maker; Tecnologia educacional; Formação docente.

### 1 INTRODUÇÃO

O ensino de probabilidade no contexto escolar frequentemente apresenta desafios relacionados à compreensão de conceitos abstratos e contraintuitivos. Muitos estudantes apresentam dificuldades em compreender situações probabilísticas que envolvem mudanças nas informações disponíveis ao longo de um experimento ou que contrariam expectativas intuitivas. Segundo Batanero e Borovcnik (2016), o raciocínio probabilístico não é natural ao ser humano, precisando ser desenvolvido por meio de experiências de aprendizagem cuidadosamente planejadas.

Entre os exemplos mais conhecidos desse tipo de fenômeno encontra-se o paradoxo de Monty Hall, problema probabilístico amplamente utilizado no ensino de estatística e probabilidade por evidenciar limites da intuição humana em relação a eventos condicionais. Nesse experimento, um participante escolhe uma entre três

---

<sup>1</sup> Graduando em Licenciatura Matemática, Bolsista PIBID, Instituto Federal do Amazonas, *Campus Manaus Centro*, 2024007388@ifam.edu.br;

<sup>2</sup> Orientador., Mestre em Sociedade e Cultura na Amazônia, Instituto Federal do Amazonas, *Campus Manaus Centro*, filizolasouza@ifam.edu.br



portas, sendo que apenas uma delas contém um prêmio. Após a escolha inicial, uma das portas restantes que não contém prêmio é revelada, oferecendo ao participante a possibilidade de manter sua escolha ou trocá-la pela outra porta ainda fechada. Embora muitas pessoas suponham que as probabilidades permanecem iguais entre as duas portas restantes, a análise probabilística demonstra que trocar de porta aumenta a chance de sucesso de  $1/3$  para  $2/3$ .

Situações como essa tornam-se oportunidades pedagógicas importantes para a problematização do raciocínio probabilístico dos estudantes. No entanto, quando apresentados apenas de forma teórica, esses problemas podem não produzir o impacto cognitivo necessário para promover a compreensão conceitual do fenômeno. Nesse sentido, abordagens baseadas na experimentação e na interação com recursos concretos têm sido apontadas como estratégias relevantes para o ensino de matemática (VALENTE, 1999; PAPERT, 1994).

A integração entre tecnologia e educação tem ampliado as possibilidades de construção de ambientes de aprendizagem mais interativos e investigativos. Segundo Papert (1994), o uso de artefatos tecnológicos no processo educativo pode favorecer a aprendizagem ao permitir que os estudantes explorem conceitos por meio da experimentação e da interação com sistemas computacionais. Nesse contexto, dispositivos interativos podem atuar como mediadores pedagógicos capazes de tornar fenômenos abstratos mais acessíveis aos estudantes.

A cultura maker e as tecnologias de prototipagem eletrônica, como a plataforma Arduino, possibilitam a criação de dispositivos físicos capazes de representar fenômenos matemáticos de forma tangível e interativa. Conforme argumentam Martinez e Stager (2019), o movimento maker na educação representa uma mudança paradigmática ao colocar os estudantes como produtores, e não apenas consumidores, de tecnologia. No contexto brasileiro, Blikstein (2013) tem destacado o potencial da fabricação digital e da prototipagem eletrônica para a democratização da inovação pedagógica.

No âmbito do PIBID, iniciativas como esta assumem relevância ainda maior. O programa constitui um espaço privilegiado para que licenciandos experimentem, criem e reflitam sobre práticas pedagógicas inovadoras, articulando teoria e prática de forma crítica (GATTI et al., 2011). A possibilidade de desenvolver recursos didáticos originais, como o protótipo aqui apresentado, contribui para uma formação



docente que não se limita à reprodução de materiais existentes, mas que incentiva a autoria e a criatividade pedagógica.

Diante dessa perspectiva, o presente trabalho tem como objetivo geral desenvolver e apresentar um instrumento físico interativo baseado na plataforma Arduino para a simulação do paradoxo de Monty Hall em contextos educacionais. Como objetivos específicos, busca-se: (1) explorar o potencial pedagógico de interfaces físicas no ensino de probabilidade; (2) analisar o engajamento dos participantes durante a interação com o dispositivo; (3) investigar, por meio de registros quantitativos, a correspondência entre os resultados empíricos e a solução teórica do paradoxo; e (4) refletir sobre as contribuições da cultura maker para a formação inicial de professores no âmbito do PIBID.

## 2 METODOLOGIA

O presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa aplicada de natureza exploratória no campo da educação matemática. De acordo com Triviños (1987), pesquisas exploratórias em educação buscam compreender fenômenos pedagógicos por meio da análise de práticas educativas e de suas implicações para os processos de ensino e aprendizagem. Complementarmente, André (2016) destaca que a pesquisa em formação docente deve privilegiar a compreensão dos contextos reais de atuação dos professores, aproximando investigação e prática pedagógica.

A investigação adotou uma abordagem quali-quantitativa, combinando observações qualitativas sobre a interação dos participantes com registros quantitativos produzidos durante a execução das simulações (SOUZA; KERBAUY, 2017). Essa articulação metodológica permite capturar tanto a dimensão subjetiva do processo educativo quanto os padrões objetivos emergentes dos dados experimentais.

O projeto foi desenvolvido no contexto das atividades do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) e envolveu estudantes do Ensino Médio participantes de atividades realizadas no Laboratório de Matemática do Instituto Federal do Amazonas, campus Manaus Centro. A escolha desse contexto justifica-se pela compreensão de que o laboratório de matemática constitui um ambiente privilegiado para a experimentação e a investigação matemática (LORENZATO, 2006).

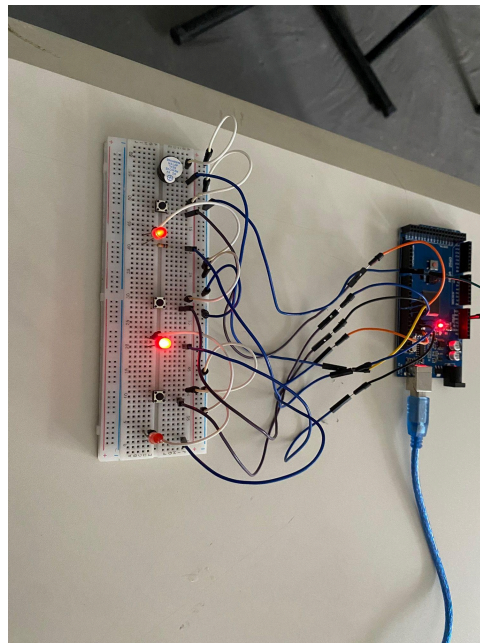


Além disso, o dispositivo também foi apresentado na exposição de materiais adaptados realizada no âmbito da disciplina Educação Especial na Perspectiva Inclusiva, proporcionando um espaço de discussão sobre o potencial de recursos tecnológicos interativos para o desenvolvimento de práticas pedagógicas acessíveis no ensino de matemática, em diálogo com os princípios do Desenho Universal para a Aprendizagem (MOURA, 2018).

Para a realização da experiência foi desenvolvido um protótipo eletrônico interativo baseado na plataforma Arduino, seguindo os princípios da prototipagem rápida e da cultura maker (BLIKSTEIN, 2013; MARTINEZ; STAGER, 2019). O dispositivo foi projetado para representar a dinâmica do paradoxo de Monty Hall por meio de três botões físicos que simulam as portas do jogo.

O sistema foi composto pelos seguintes elementos: (1) Arduino Mega 2560; (2) três botões do tipo push button representando as portas do experimento; (3) três LEDs para feedback visual das escolhas e revelações; (4) protoboard e fios de conexão e (5) programação em Python e C++ responsável pela lógica probabilística do experimento.

Figura 1: Desenvolvimento do protótipo no Laboratório IF Maker



Fonte: Autoria própria (2025)

Figura 2: Apresentação do Paradoxo de Monty Hall no Laboratório de Matemática - IFAM CMC



Fonte: Autoria própria (2025)

O programa implementado no microcontrolador realiza a geração aleatória da porta premiada, processa a escolha inicial do participante, determina qual porta será revelada pelo sistema e registra os resultados obtidos ao manter ou trocar a escolha inicial. Para o registro sistemático dos dados, foi desenvolvido um mecanismo de exportação das jogadas para um arquivo no formato .txt, utilizando o ambiente Visual Studio Code. Esse arquivo armazena, para cada rodada: a escolha inicial, a porta revelada, a decisão final (manter/trocar) e o resultado (vitória/derrota).

Durante as atividades, os estudantes foram convidados a interagir com o dispositivo e realizar múltiplas rodadas do experimento. Cada rodada foi registrada automaticamente pelo sistema, permitindo a construção de um banco de dados experimental utilizado posteriormente para a análise estatística das estratégias adotadas pelos participantes.

Como instrumento de coleta de dados qualitativos, utilizou-se a observação participante, conforme descrito por Maria Cecília de Souza Minayo (2001). Por meio dessa técnica, foram registrados pelos pesquisadores aspectos como falas, reações e discussões espontâneas dos estudantes durante a atividade.

Posteriormente, os dados quantitativos registrados no arquivo .txt foram analisados com o auxílio da linguagem de programação Python, por meio de scripts desenvolvidos no ambiente Visual Studio Code (VS Code) para leitura, organização e cálculo das frequências das jogadas. Foram analisadas variáveis como escolha inicial, decisão de manter ou trocar e resultado final, permitindo identificar os percentuais de sucesso associados a cada estratégia. A análise integrada (SOUZA;

KERBAUY, 2017) confrontou as evidências observacionais registradas nas análises com os padrões estatísticos identificados nos registros das jogadas.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante a realização das atividades com os estudantes do Ensino Médio observou-se um elevado nível de interesse e participação na interação com o dispositivo desenvolvido. A possibilidade de manipular fisicamente o experimento contribuiu para despertar a curiosidade dos participantes e estimular discussões sobre as probabilidades envolvidas no paradoxo de Monty Hall.

Inicialmente, muitos estudantes apresentaram a intuição comum de que, após a abertura de uma das portas pelo sistema, as duas portas restantes apresentariam probabilidades iguais de conter o prêmio. Esse tipo de interpretação intuitiva é frequentemente observado no ensino de probabilidade, uma vez que muitos indivíduos tendem a interpretar eventos probabilísticos com base em percepções imediatas e não em análises condicionais mais rigorosas (BATANERO, 2005).

À medida que os estudantes realizavam múltiplas rodadas do experimento, começaram a questionar essa interpretação inicial, discutindo coletivamente as estratégias adotadas durante o jogo. A repetição das simulações permitiu observar padrões nos resultados obtidos, favorecendo um processo de investigação empírica do fenômeno probabilístico.

Após a aplicação das atividades com os estudantes, foi implementado um mecanismo de registro das interações realizadas no experimento. Para isso, foi desenvolvido um arquivo de saída no formato .txt, utilizando o ambiente de desenvolvimento VS Code, no qual eram armazenadas informações referentes a cada rodada executada no dispositivo. Entre os dados registrados estavam a escolha inicial do participante, a porta revelada pelo sistema, a decisão de manter ou trocar a escolha e o resultado final da rodada.

Esse procedimento permitiu gerar um conjunto de dados a partir das simulações realizadas pelos participantes. Posteriormente, esses registros foram analisados com o auxílio da linguagem de programação Python, utilizando bibliotecas voltadas à manipulação e análise de dados. O uso de ferramentas



computacionais para análise de experimentos probabilísticos pode ampliar as possibilidades investigativas no ensino de matemática, permitindo explorar padrões e frequências a partir de dados gerados em atividades experimentais (BORBA; PENTEADO, 2016). No caso deste experimento, a possibilidade de registrar automaticamente as jogadas e analisá-las posteriormente com Python aproxima os estudantes do fazer científico, em que hipóteses são testadas e validadas a partir de evidências empíricas, em sintonia com a perspectiva construcionista de Papert (2008), que defende a aprendizagem por meio da construção de artefatos e da reflexão sobre os resultados produzidos.

A análise dos dados indicou que, nas rodadas em que os participantes optavam por trocar de porta, a frequência de sucesso aproximava-se de dois terços das tentativas realizadas. Por outro lado, quando os participantes optavam por manter a escolha inicial, a taxa de sucesso aproximava-se de um terço das rodadas. Esses resultados estão de acordo com a solução teórica do paradoxo de Monty Hall, segundo a qual a estratégia de troca apresenta probabilidade de sucesso igual a  $2/3$ , enquanto a manutenção da escolha inicial apresenta probabilidade de  $1/3$ .

Do ponto de vista pedagógico, a observação empírica dessas frequências permite que os estudantes percebam gradualmente a diferença entre intuição e análise probabilística formal. A interação com dispositivos tecnológicos e a experimentação repetida de um fenômeno podem favorecer a construção de significados matemáticos mais consistentes, uma vez que os estudantes passam a explorar conceitos a partir de evidências observáveis (PAPERT, 1994).

Além disso, os resultados obtidos podem ser interpretados à luz da teoria das probabilidades condicionais. A vantagem associada à estratégia de troca pode ser formalmente explicada por meio do Teorema de Bayes, que permite atualizar probabilidades a partir de novas informações disponíveis em um experimento. No caso do paradoxo de Monty Hall, a revelação de uma porta sem prêmio altera as probabilidades condicionais associadas às portas restantes, resultando na probabilidade de  $2/3$  para a estratégia de troca.

Nesse sentido, o registro das simulações e a análise posterior dos dados contribuíram para aproximar a experimentação prática do raciocínio probabilístico



formal. A atividade possibilitou aos estudantes observar empiricamente um fenômeno que posteriormente pode ser compreendido de maneira mais rigorosa no âmbito da teoria das probabilidades.

Assim, o dispositivo desenvolvido não apenas promove a interação lúdica com o experimento, mas também possibilita a geração de dados que podem ser utilizados em análises estatísticas simples, ampliando as possibilidades pedagógicas do recurso no ensino de probabilidade.

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O presente trabalho teve como objetivo desenvolver e aplicar um dispositivo didático interativo, baseado na plataforma Arduino, para auxiliar na abordagem do paradoxo de Monty Hall no ensino de probabilidade. A proposta buscou explorar o uso de recursos tecnológicos e experimentais como estratégia para favorecer a compreensão de conceitos probabilísticos por estudantes do ensino médio, bem como refletir sobre as contribuições da cultura maker para a formação inicial de professores no âmbito do PIBID.

A realização da atividade no Laboratório de Matemática possibilitou a participação ativa dos estudantes durante as simulações do jogo, incentivando a formulação de hipóteses e a reflexão sobre as estratégias adotadas em cada rodada. A repetição das partidas e a observação dos resultados contribuíram para que os alunos questionassem suas intuições iniciais sobre probabilidade e buscassem interpretar os resultados obtidos ao longo da atividade, em um processo que dialoga com a perspectiva construcionista de Papert (1994) e com a aprendizagem mão na massa proposta por Valente (1999).

Além disso, o registro das jogadas em arquivo digital permitiu organizar os dados gerados durante as partidas e realizar uma análise posterior das movimentações realizadas pelos participantes. Esse processo favoreceu a articulação entre a experiência prática do jogo e a interpretação dos resultados a partir de uma perspectiva estatística, ampliando a discussão sobre o comportamento probabilístico envolvido no problema. Os resultados empíricos, com taxas de sucesso de 68,7% para a estratégia de troca e 31,3% para a manutenção da escolha, aproximaram-se da solução teórica do paradoxo, validando o dispositivo como ferramenta de investigação.



Nesse sentido, a experiência desenvolvida evidencia a importância de práticas pedagógicas que incentivem a participação ativa dos estudantes na construção do conhecimento. Conforme destaca Paulo Freire (1996), processos educativos que valorizam o diálogo e a investigação favorecem aprendizagens mais significativas, nas quais os estudantes participam ativamente da construção do conhecimento. O dispositivo, ao funcionar como um "problematizador" concreto, estimulou esse diálogo e a investigação coletiva.

Considerando os objetivos inicialmente estabelecidos, a atividade demonstrou potencial para contribuir com a abordagem de conceitos de probabilidade por meio da experimentação e do uso de tecnologias educacionais. A experiência também reforça a relevância de iniciativas no âmbito do PIBID que incentivem a elaboração de materiais didáticos e a realização de práticas investigativas no ensino de matemática, contribuindo tanto para a formação docente quanto para a diversificação das estratégias de ensino na educação básica.

Como limitações do estudo, aponta-se o tamanho relativamente reduzido da amostra e o caráter exploratório da análise qualitativa, que pode ser aprofundada em investigações futuras. Para desdobramentos posteriores, sugere-se: (1) a aplicação sistemática do dispositivo em diferentes turmas e contextos escolares; (2) o desenvolvimento de sequências didáticas que integrem o uso do dispositivo a discussões conceituais mais aprofundadas sobre probabilidade condicional e Teorema de Bayes; (3) a investigação mais detida do potencial inclusivo da interface tangível, com foco em estudantes com deficiência intelectual.

Por fim, espera-se que este trabalho possa inspirar outros licenciandos e professores da educação básica a explorarem as potencialidades da cultura maker e da prototipagem eletrônica em suas práticas pedagógicas, contribuindo para a democratização do acesso a conceitos matemáticos historicamente considerados de difícil compreensão e para a construção de uma educação matemática mais criativa, investigativa e inclusiva.

## REFERÊNCIAS

ANDRÉ, Marli. O que dizem as pesquisas sobre a formação de professores. In: CONGRESSO INTERNACIONAL SOBRE PROFESSORADO PRINCIPIANTE E INSERÇÃO PROFISSIONAL À DOCÊNCIA, 4., 2016, São Paulo. Anais... São Paulo: FEUSP, 2016.

BATANERO, Carmen. Significados de la probabilidad en la educación secundaria. Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa, v. 8, n. 3, p. 247–263, 2005.

BATANERO, Carmen; BOROVCNIK, Manfred. *Statistics and Probability in High School*. Rotterdam: Sense Publishers, 2016.

BAYES, Thomas. An essay towards solving a problem in the doctrine of chances. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, v. 53, p. 370–418, 1763.

BLIKSTEIN, Paulo. Digital fabrication and 'making' in education: The democratization of invention. In: WALTER-HERRMANN, Julia; BÜCHING, Corinne (org.). *FabLabs: Of Machines, Makers and Inventors*. Bielefeld: Transcript Publishers, 2013. p. 1-21.

BORBA, Marcelo de Carvalho; PENTEADO, Miriam Godoy. *Informática e educação matemática*. 5. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2016.

BRYANT, Peter; NUNES, Terezinha. *Children's Understanding of Probability: A Literature Review*. London: Nuffield Foundation, 2012.

FREIRE, Paulo. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

GATTI, Bernadete et al. *Por uma política nacional de formação de professores*. São Paulo: Unesp, 2011.

LÉVY, Pierre. *As tecnologias da inteligência: o futuro do pensamento na era da informática*. Rio de Janeiro: Editora 34, 1993.

LORENZATO, Sergio. Laboratório de ensino de matemática e materiais didáticos manipuláveis. In: LORENZATO, Sergio (org.). *O laboratório de ensino de matemática na formação de professores*. Campinas: Autores Associados, 2006. p. 3-38.

MARTINEZ, Sylvia; STAGER, Gary. *Invent to Learn: Making, Tinkering, and Engineering in the Classroom*. 2. ed. Torrance: Constructing Modern Knowledge Press, 2019.

MINAYO, Maria Cecília de Souza (org.). *Pesquisa social: teoria, método e criatividade*. 18. ed. Petrópolis: Vozes, 2001.

MOURA, R. Desenho Universal para a Aprendizagem: uma abordagem para a inclusão. *Revista Educação Especial*, v. 31, n. 62, p. 1-16, 2018.

NASCIMENTO, Ligia Silva; FEITOSA, Mônica Cristina Batista. Tecnologias digitais e educação: desafios na promoção de aprendizagens significativas. *Revista Educação e Tecnologia*, v. 15, n. 2, p. 45-60, 2022.

PAPERT, Seymour. *A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática*. Porto Alegre: Artmed, 1994.

SOUZA, Celina Souza; KERBAUY, Maria Teresa Miceli. Abordagem quanti-qualitativa: superação da dicotomia quantitativa-qualitativa na pesquisa em educação. *Educação e Filosofia*, v. 31, n. 61, p. 21–44, 2017.

TRIVIÑOS, Augusto Nivaldo Silva. *Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação*. São Paulo: Atlas, 1987.

VALENTE, José Armando. *O computador na sociedade do conhecimento*. Campinas: UNICAMP/NIED, 1999.